



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TITLE OF THE TFG: Smart Cities and Connected Mobility

DEGREE: Degree in Telecommunications Systems Engineering

AUTHOR: Moisés Triano López

DIRECTOR: JOFRE ROCA, Luis

DATE: January 31 rd 2020

Título: Smart Cities and Connected Mobility

Autor: Moisés Triano López

Director: JOFRE ROCA, Luis

Data: 31 de enero del 2020

Resum

Dado el aumento de población en las ciudades, el cual cada año crece exponencialmente, surgen nuevas problemáticas en diversos ámbitos las cuales se solucionarán con las nuevas tecnologías y las ciudades inteligentes o "Smart Cities".

El rápido crecimiento y expansión del Internet of Things (IoT) resulta en un impacto fundamental en el desarrollo de las ciudades inteligentes y sus opciones de movilidad. El IoT impulsa la eficiencia y ofrece nuevos servicios y formas en la que poder movernos, teniendo un impacto positivo en la vida urbana. Sin embargo, sin estrategias y sin un plan o ruta a seguir, las ciudades pueden ser incapaces de capitalizar estos beneficios. Dentro de unos años, el transporte puede ser mucho más eficiente y relevante a través del uso de sensores conectados, big data, aplicaciones y pagos con móviles

Este trabajo se dividirá en 2 partes, en la primera se estudiará el concepto de Smart City, los diferentes ámbitos que la componen e investigaremos las ciudades más importantes tanto del mundo como de España y veremos porque destacan por encima del resto de ciudades. Propondremos una serie de medidas para transformar nuestra ciudad en una Smart City en base a medidas aplicadas en otras ciudades.

En segundo lugar, profundizaremos en el concepto de Connected Mobility en el cual se realizará un trabajo de investigación. Estudiaremos las problemáticas a nivel de movilidad de una ciudad y propondremos una serie de medidas para transformar la movilidad de la ciudad en una más eficiente y realizaremos un estudio de cobertura radioeléctrica para dotar dicha ciudad de cobertura 5G, tecnología necesaria para la movilidad del futuro. Realizaremos una encuesta para saber las necesidades y preferencias de los usuarios para intentar predecir un prototipo de vehículo futuro.

Title: Smart Cities and Connected Mobility

Author: Moisés Triano López

Director: JOFRE ROCA, Luis

Date: January 31 rd 2020

Overview

Given the increase in population in cities, which each year grows exponentially, new problems arise in various areas which will be solved with new technologies and smart cities or "Smart Cities".

The rapid growth and expansion of the Internet of Things (IoT) results in a fundamental impact on the development of smart cities and their mobility options. The IoT drives efficiency and offers new services and ways in which to move, having a positive impact on urban life. However, without strategies and without a plan or route to follow, cities may be unable to capitalize on these benefits. Within a few years, transportation can be much more efficient and relevant through the use of connected sensors, big data, applications and mobile payments

This work will be divided into 2 parts, the first one will study the concept of Smart City, the different areas that compose it and we will investigate the most important cities in both the world and Spain and we will see why they stand out from the rest of the cities. We will propose a series of measures to transform our city into a Smart City based on measures applied in other cities.

Second, we will deepen the concept of Connected Mobility in which a research work will be carried out. We will study the problems at the mobility level of a city and propose a series of measures to transform the mobility of the city into a more efficient one and we will carry out a study of radio coverage to provide said city with 5G coverage, technology necessary for the mobility of the future. We will conduct a survey to know the needs and preferences of users to try to predict a future vehicle prototype.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 2. SMART CITIES.....	7
2.1 Como convertir una ciudad en una Smart City	7
2.1.1 Smart Economy	7
2.1.2 Smart People	8
2.1.3 Smart Government.....	9
2.1.4 Smart Environment	11
2.1.5 Smart Living.....	12
2.1.6 Smart Mobility	13
2.2 Estudio de una Smart City	14
2.2.1 Indicadores	15
2.2.2 Análisis de las ciudades más “inteligentes” del mundo.....	18
2.2.3 Análisis de las ciudades más inteligentes de España	24
2.3 Conclusiones.....	26
CAPÍTULO 3. CONNECTED MOBILITY	29
3.1 Introducción.....	29
3.2 Requerimientos	30
3.3 Medidas para mejorar la movilidad en nuestra ciudad	32
3.4 Vehículos del futuro	35
3.5 Conclusiones.....	37
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	41

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Como sabemos, la población en las ciudades va en aumento. En el 2018 un estudio de la ONU [1] afirma que el 55% de las personas en el mundo viven en ciudades y se espera que esta cifra aumente, para el 2050, hasta el 68% de la población.

Estas ciudades debido a este aumento se vuelven más inteligentes cada día, utilizando las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), el desarrollo de las Smart Cities y sus opciones de movilidad es primordial para mejorar la calidad de vida en la ciudad de las personas.

El rápido crecimiento y expansión del Internet of Things (IoT) resulta en un impacto fundamental en el desarrollo de las ciudades inteligentes y sus opciones de movilidad. El IoT impulsa la eficiencia y ofrece nuevos servicios y formas en la que poder movernos, teniendo un impacto positivo en la vida urbana. Sin embargo, sin estrategias y sin un plan o ruta a seguir, las ciudades pueden ser incapaces de capitalizar estos beneficios. Dentro de unos años, el transporte puede ser mucho más eficiente y relevante a través del uso de sensores conectados, big data, aplicaciones y pagos con móviles.

Como las operadoras de telefonía son las que proveen esta conectividad que será necesaria para que toda esta infraestructura cambie, son los mejor ubicados para indicar sobre cómo cumplir los diferentes desafíos del transporte del futuro.

Este trabajo se dividirá en 2 partes, en la primera se estudiará el concepto de Smart City, los diferentes ámbitos que la componen e investigaremos las ciudades más importantes tanto del mundo como de España y veremos porque destacan por encima del resto de ciudades. Propondremos una serie de medidas para transformar nuestra ciudad en una Smart City en base a medidas aplicadas en otras ciudades.

En segundo lugar, profundizaremos en el concepto de Connected Mobility en el cual se realizará un trabajo de investigación. Estudiaremos las problemáticas a nivel de movilidad de una ciudad y propondremos una serie de medidas para transformar la movilidad de la ciudad en una más eficiente y realizaremos un estudio de cobertura radioeléctrica para dotar dicha ciudad de cobertura 5G, tecnología necesaria para la movilidad del futuro. Realizaremos una encuesta para saber las necesidades y preferencias de los usuarios para intentar predecir un prototipo de vehículo futuro.

Un objetivo de este trabajo será el de acercar el concepto abstracto que la mayoría de las personas, que no están especializadas en el ámbito, tienen de Smart City.

Y en especial el concepto de movilidad conectada, en que consiste, que necesitarán las ciudades para poder desarrollar este concepto, y que actuaciones se están realizando a nivel europeo para desarrollar esta

innovadora tecnología. Así mismo intentaremos discernir cómo será el vehículo del futuro.

CAPÍTULO 2. SMART CITIES

Una ciudad inteligente es una ciudad donde gracias a la ayuda de las nuevas tecnologías digitales y de la telecomunicación hacen que la ciudad sea más eficiente, en beneficio de sus habitantes.

Una ciudad inteligente va más allá del uso de las TIC para mejorar el uso de los recursos o generar menos emisiones. A continuación, veremos en qué aspectos puede mejorar una ciudad.

2.1 Como convertir una ciudad en una Smart City

Las ciudades inteligentes tienen diferentes ámbitos en los que volverse más eficiente y mejorar la calidad de vida de sus residentes. En este apartado veremos de que formas podemos hacer que nuestras ciudades se conviertan en Smart Cities desde los diferentes sectores de actuación.

En el 2015 el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) presentó el Estudio y Guía metodológica sobre Ciudades Inteligentes (EGCI) [2] del cual hemos extraído algunos ejemplos de los casos de éxito y buenas prácticas en la transformación inteligente.

2.1.1 Smart Economy

Esta parte de las ciudades inteligentes se focaliza en los nuevos modelos de negocio en internet, al comercio electrónico y, de la misma manera, en los nuevos modelos de producción, prestación de servicios y el uso de herramientas digitales.

Para conseguir los objetivos deseados, Smart Economy se centra en los siguientes ámbitos a los que podemos dotar de inteligencia a partir de soluciones TIC [3]:

- Emprendimiento, productividad y competitividad: organización urbana que fomenta nuevas iniciativas emprendedoras, un incremento de la competitividad y una alta productividad en las comunidades.
- I+D+i y urban labs: ofrecer una solución que pueda ser adoptada por otras ciudades, y así obtener un retorno de la inversión mediante la creación de servicios innovadores y laboratorios urbanos.
- Atractivo turístico e internacionalización: creación de una marca que proporcionará una perspectiva tanto nacional como internacional para el fomento turístico tanto social como económico.
- Formación: formación continua de toda la comunidad, su desarrollo personal y el fomento de la capacidad creativa.

Para fomentar este sector, por ejemplo, el ayuntamiento de Huelva cuenta con un portal de empleo dedicado a fomentar la creación de empleo y, para ello, cuenta con servicios electrónicos a disposición de los ciudadanos. Se divide en tres partes:

- El portal del emprendedor, destinado a asesorar a futuros empresarios que pretendan desarrollar un negocio en la ciudad. Para ello cuenta con información sobre subvenciones, información legislativa y toda la información relevante para los emprendedores.
- Espacio del demandante, donde los ciudadanos desempleados pueden acceder a las ofertas de empleo que el ayuntamiento y las empresas ofertan.
- Área de la empresa, donde las empresas pueden ofertar puestos de empleo, de cara a satisfacer los puestos vacantes de su empresa.

En Marbella en su web municipal se informa acerca de los servicios de comercio que se pueden encontrar en la ciudad, tanto para los ciudadanos como para los turistas. En la web de turismo se informa también, de forma visual, comercios de la ciudad estructurados por ámbitos fácilmente identificables para los turistas como: gastronomía, golf, mar, eventos, deporte, compras, etc.

Ayuntamientos como el de Sant Feliu de Llobregat (Barcelona), Mairena de Aljarafe (Sevilla), Majadahonda (Madrid) o Torremolinos (Málaga) cuentan con una iniciativa que consiste en la creación de espacios de coworking para optimizar recursos productivos y sociales. De este modo se fomenta el emprendimiento en la localidad. Uno de los éxitos de estos espacios es la posibilidad de iniciar procesos de coaprendizaje a través de las múltiples conexiones entre los emprendedores.

2.1.2 Smart People

Al igual que es importante el desarrollo tecnológico también lo es contar con una población formada y que sepa manejarse y conocer las posibilidades que le ofrece la Smart City. En este sentido, queda una larga tarea para concienciar y formar a la ciudadanía sobre las ventajas y opciones que les ofrecen las ciudades inteligentes.

Por lo tanto, los cuatro pilares o factores básicos de una Smart City en el ámbito Smart People podemos definirlos como los siguientes [4]:

- E-habilidades: dotar de habilidades en las TIC a los ciudadanos que les permita estar al alcance de todas nuevas tecnologías que proporcionará una mejor calidad de vida, fomentando la integración social, la accesibilidad y el flujo de ideas y conocimiento entre todos sea continuo

- Senspeople: hacer a los ciudadanos sensores inteligentes que sean partícipes de la entrada de datos en la Smart City contribuyendo a la retroalimentación de la información y a la mejora de la calidad de los servicios.
- Teletrabajo-Teleducación: formar de la mejor manera a los ciudadanos de una ciudad. Flexibilizar los horarios, una mayor interacción y una reducción de costes es lo que el teletrabajo o la educación virtual permite que se mejore la capacitación y formación de las personas.
- Smart Services: desarrollar redes sociales, herramientas de creación de servicios tanto para la administración como para los ciudadanos, encuestas, votaciones, participación que harán que los ciudadanos se sientan más partícipes de la vida pública y dotar de más credibilidad y transparencia a la administración.

Para fomentar estos aspectos e incentivar a la ciudadanía tenemos el ejemplo de Huesca, que lleva a cabo una serie de iniciativas para incentivar la inclusión digital a través del asesoramiento y la captación de nuevas tecnologías. Cuentan con un programa municipal de inclusión digital que pretende acercar las nuevas tecnologías a sus ciudadanos, jornadas de información y asesoramiento sobre nuevas tecnologías, publicaciones sobre la “Era digital” y las “Tecnologías de la Información y Comunicación”, se ofrece una asesoría tecnológica, mediante un servicio de orientación TIC y teleformación y el ayuntamiento dispone de una sede electrónica en la que ofrece servicios tecnológicos.

Otros casos como son Lorca (Murcia) y Gandía (Valencia) que cuentan con portales de formación online que permiten a los ciudadanos realizar cursos de formación por internet dirigidos hacia la capacitación en nuevas tecnologías, en gestión de contenidos digitales y multimedia, uso de redes sociales, etc.

2.1.3 Smart Government

Una de las claves del objetivo Smart City es el que apuesta por la plena participación de los ciudadanos en la toma de decisiones de su entorno. Para ello deben asegurarse los sistemas que garanticen la privacidad de sus datos, así como su participación real en los procesos de consulta.

De este modo los cuatro pilares básicos de una Smart City, o en cualquier comunidad inteligente, en el ámbito del eje Smart Government son [5]:

- Transparencia: Mediante las TIC se facilita al ciudadano el acceso a la información y los procesos realizados por la administración, dotando de transparencia a todos los procesos de concesiones y proyectos aprobados.
- e-Gobierno: extender la relación del gobierno con los ciudadanos y las empresas a todos los ámbitos de la Smart City. Gracias a la TIC se

permite una mejora de los procesos democráticos y aumentar las oportunidades de todos los ciudadanos para interactuar con los gobiernos. Adoptar el voto electrónico, fomentar el uso de las TIC, desarrollar una plataforma común iCloud como integrador de servicios forman parte de un gobierno electrónico activo.

- e-Administración: facilitar la relación de los ciudadanos con la Administración al ofrecer de manera online el acceso a la información básica, realización de trámites, pago de impuestos, ventanilla única o firma electrónica.
- Open Data: proporcionar acceso a datos de manera sencilla y libre que son clave para la transparencia y la creación de servicios de valor añadido para el ciudadano, tomar decisiones y tener un notable impacto económico.

Algunas medidas para cumplir estos objetivos son, por ejemplo, el caso de Badalona que cuenta con un portal de transparencia dividido en 4 aspectos:

1. Ayuntamiento: Donde se puede consultar información respecto a los cargos electos, organización municipal y normativas.
2. Participemos: Donde el ciudadano puede aportar y contribuir al desarrollo de la transparencia en la ciudad.
3. Actividad económica: En este apartado se encuentra lo relativo a presupuestos y finanzas municipales, indicadores económicos, contrataciones y subvenciones.
4. Ciudad: Aquí encontramos datos de distintas fuentes municipales como la movilidad, medioambiente, urbanismo, etc.

Otro ejemplo es Madrid que cuenta con una sede electrónica que cuenta con un amplio número de trámites electrónicos y que permite el acceso de forma segura y rápida a los servicios de la ciudad.

Por su parte Palencia ha desarrollado un plan estratégico donde se busca la creatividad y la innovación estableciendo una hoja de ruta a corto, medio y largo plazo, que sirva de herramienta para el gobierno y gestión del territorio, fomentando la colaboración público-privada. Con este plan se puso en marcha una herramienta de gestión para integrar la opinión de los habitantes de la ciudad tanto individuos como empresas en el gobierno de la ciudad.

En Santander destacan sus páginas web sectoriales, dichas páginas web cuentan con un mismo sistema de gestión para todas ellas, cuentan con una página web específica donde se puede visualizar contenidos en formato audiovisual sobre turismo, deporte, arte, medio ambiente, etc. Una página web de turismo, una del instituto municipal de deporte donde se pueden realizar reservas y otros trámites y una específica sobre el comercio de la ciudad con ofertas e información de nuevas aperturas.

Torrent por su parte, impulsa la participación ciudadana mediante aplicaciones móviles, por ejemplo, una aplicación con la que se gestionan incidencias que los ciudadanos pueden advertir a través de su teléfono móvil, se puede consultar el estado y saber cuándo está finalizada cada incidencia.

Valladolid apuesta por las distintas redes sociales como Twitter o Facebook y hace uso de ellas tanto a nivel institucional como en diferentes servicios. Las usan para publicar entre otras cosas los eventos de interés para los ciudadanos, también gracias a la bidireccionalidad de las redes sociales pueden interactuar con los ciudadanos.

2.1.4 Smart Environment

Se centra en el valor y la importancia de la sostenibilidad ambiental y el uso de las TIC para favorecer el objetivo de ciudades más limpias y respetuosas con el entorno que las rodea y la salud de sus ciudadanos.

Para conseguir los objetivos deseados, Smart Environment se centra en los siguientes ámbitos a los que podemos dotar de inteligencia a partir de soluciones TIC [6]:

- Energía: consumo y eficiencia energética
- Agua: control, gestión y optimización del agua.
- Residuos: control y sensorización de contenedores. Monitorización de flotas encargadas de la recolección de residuos.
- Medio Ambiente: monitorización de la polución, el ruido, el medio natural y perceptual, eco-edificios sostenibles.

Por ejemplo, Alcorcón ha puesto en marcha un plan para mejorar la calidad del aire de la ciudad, se estructura en tres ejes estratégicos:

1. Movilidad sostenible: Bonificaciones fiscales para vehículos limpios, medidas para fomentar el uso de la bicicleta y fomento de puntos de recarga para vehículos eléctricos.
2. Ahorro y eficiencia energética: Bonificaciones para la sustitución de calderas de gasoil en edificios públicos.
3. Prevención e información ambiental: Sensibilización ambiental de la ciudadanía y ampliación y mejora de las zonas verdes.

Por su parte Pamplona cuenta con un sistema de recogida neumática de residuos en buena parte de la ciudad, los contenedores están conectados a una red de recogida subterránea de 6,5 km a través de la cual circulan los residuos, impulsados por corrientes de aire, hasta la centra de recogida. Gracias a esto se han eliminado los contenedores en las calles evitando

posibles olores, así mismo al no haber camiones de recogida desaparece el ruido y contaminación que producían y posibles retenciones en el tráfico.

2.1.5 Smart Living

Una de las grandes aspiraciones del objetivo Smart City es el de garantizar la mejora en la calidad de vida de los ciudadanos en el entorno urbano en aspectos tan importantes como Educación, Cultura y Ocio, Salud, Asuntos Sociales, etc.

Los cuatro pilares básicos del eje Smart Living de una Smart City que engloban todas estas características son los siguientes [7]:

- **Innovación Social:** mejorar y desarrollar nuevos servicios en beneficio de la sociedad mediante las TIC, I+D+i en mejorar la calidad de vida, y diseñar nuevas herramientas en favor de la accesibilidad para personas con cualquier tipo de discapacidad que les proporcione autonomía.
- **e-Salud:** aplicar las nuevas tecnologías en el ámbito de la salud como la teleasistencia, servicios médicos y sociales online y monitorización de pacientes a distancia.
- **e-Cultura:** transmitir y fomentar la identidad cultural de la ciudad mediante plataformas de TIC, digitalizando y compartiendo el patrimonio histórico y cultural, y haciéndolo llegar al ciudadano desde cualquier lugar y a cualquier hora. Fomentar la promoción turística del lugar mediante aplicaciones en dispositivos móviles, realidad aumentada o paneles informativos en tiempo real.
- **Seguridad:** integrar servicios de emergencia junto a sensores, cámaras de video vigilancia y análisis de grandes cantidades de datos en tiempo real para aumentar la respuesta de los cuerpos de seguridad en situaciones de emergencia.

Un ejemplo es la ciudad de Alcobendas que cuenta con un servicio digital que se puede acceder a través de su sede electrónica de la ciudad. El servicio permite inscribirse en colonias de verano, reservar instalaciones deportivas, dar de alta y de baja el abono de deporte e inscribirse en actividades deportivas, escuelas deportivas, medicina deportiva o campañas de verano deportivas.

Por su parte Almería permite a través de su sede electrónica acceder a toda la información relativa a la educación, así como realizar trámites relacionados con el ayuntamiento.

Otro ejemplo es el de Barcelona que cuenta con oficinas de la vivienda repartidas por la ciudad, cuyo objetivo es impulsar y facilitar el acceso a la vivienda, a través de políticas urbanísticas que garanticen la disponibilidad del suelo para satisfacer la demanda de vivienda. El ayuntamiento cuenta con diversos programas para distintos segmentos de población y disponen de

servicios electrónicos a los que se puede acceder a través de la sede electrónica como la inscripción en el registro de solicitantes de vivienda protegida de Barcelona o la solicitud del certificado de legalidad de una construcción o vivienda. Otro programa dirigido a todos los segmentos de la población es “Pisos vacíos” que consiste en la captación de viviendas del mercado privado para destinarlos a alquiler social.

Un ejemplo de seguridad es Rivas Vaciamadrid que cuenta con 100 cámaras de control de tráfico y eficiencia energética, así como 450 de interior en edificios municipales.

En cuanto a teleasistencia el ayuntamiento de Valencia cuenta con un sistema de comunicación informático instalado por la línea telefónica mediante el cual el usuario a través de un dispositivo puede contactar con un centro de atención que funciona las 24 horas los 365 días del año y es atendido por personal especializado.

2.1.6 Smart Mobility

Quizás uno de los puntos en los que más se ha trabajado, aunque aún queda camino por recorrer es en el de asegurar que los nuevos medios de transporte colectivo e individual fomenten una movilidad sostenible en el entorno urbano.

Los objetivos principales que deben plantearse para una movilidad inteligente, la cual garantice que la accesibilidad, los sistemas de transporte, los problemas ambientales y la gestión del aparcamiento respondan a las necesidades económicas, sociales y medioambientales de la ciudad. Por ello las estrategias deben ser capaces de proporcionar beneficios tangibles tanto económicos como medioambientales y mejorar la experiencia del ciudadano en términos de [8]:

- Mejorar la calidad de vida del ciudadano.
- Reducir el impacto medioambiental.
- Mejorar la planificación y eficiencia de los medios de transporte públicos.
- Reducir la congestión y la frustración ciudadana.
- Optimizar las plazas de aparcamiento y su gestión.
- Priorizar al ciudadano en el ámbito de la movilidad.

Algunos ejemplos de cómo conseguir estos objetivos encontramos el BICIBUR [9] en Burgos, una red automática e informatizada de servicios de bicicletas públicas. Con el objetivo de fomentar este transporte alternativo, limpio, cómodo y sostenible.

Ciudad Real por su parte cuenta con un servicio de tráfico que permite monitorizar y gestionar el tráfico de la ciudad mediante un sistema informático que depende directamente de la policía local, se encargan de vigilar las condiciones del tráfico, detección y gestión de incidentes, coordinación de los servicios de emergencias, control de los sistemas de regulación de accesos a las calles peatonales, vigilancia y control de tramos con características especiales, tratamiento informático de los datos de los detectores de parámetros para evaluar las condiciones de la circulación y detectar incidentes, etc. Pretende ser un centro sea posible vigilar la evolución del tráfico, ajustar los dispositivos y programas de regulación, detectar anomalías en el sistema y las incidencias que se produzcan, así como coordinar los servicios para resolverlas.

Por otro lado, Málaga cuenta con WIZNAGA, un servicio de acceso a internet en edificios municipales para usuarios registrados con dispositivos inalámbricos Wi-Fi. Con el objetivo de permitir el acceso a los ciudadanos a los servicios web municipales e internet sin coste para el usuario, impulsando el uso de las nuevas tecnologías.

Murcia tiene en marcha un proyecto llamado MUTRANS, se trata de una aplicación online que informa al ciudadano sobre las distintas opciones y posibilidades que tiene el transporte público en Murcia. El sistema permite planificar rutas personalizada según tu destino y origen combinando diferentes tipos de transporte como la bicicleta y el autobús.

En cuanto a gestión de semáforos y señalética tenemos el ejemplo de Palma de Mallorca que cuenta con un sistema que permite monitorizar semáforos y señales de aviso electrónicos de la ciudad mediante un sistema informático. El sistema recibe y trata la información y es capaz de proponer acciones para solucionar las diferentes problemáticas.

2.2 Estudio de una Smart City

Hay diferentes aspectos en los que dividir el concepto de Smart City. En este estudio utilizaremos los considerados por la Business School University of Navarra (IESE), para su estudio Cities in Motion Index (CIMI) [10].

	Londón (1)	NY (2)	Amsterdan (3)	París (4)	Reykjavík (5)	Tokio (6)	Singapur (7)	Copenhague (8)	Berlín (9)	Viena (10)
Human Capital	1	3	36	6	53	9	44	28	5	23
Social Cohesion	45	137	38	86	18	49	47	11	39	31
<u>Economic</u>	12	1	10	8	90	3	21	25	50	57
Governance	7	26	27	37	19	71	20	12	6	25
<u>Environmental</u>	34	78	28	54	1	6	10	3	47	15
<u>Mobility & Transportation</u>	3	5	11	4	46	29	67	25	6	7

Urban Planning	9	2	11	50	108	24	31	75	40	45
International Outreach	1	8	2	3	22	35	4	16	5	7
Technology	8	11	7	15	4	20	1	10	32	13

Tabla 1. Aspectos destacados en una Smart City. Elaboración propia a partir del CIMI [10]

En la Tabla 1 podemos ver los 9 indicadores principales contemplados por la IESE de una Smart City y las 10 ciudades con mayor ranking CIMI y su posición global en cada indicador.

Más adelante estudiaremos casos particulares de ciudades que destacan notablemente en ciertos ámbitos pero que a nivel global no ocupan el top 10.

	Madrid (24)	Barcelona (28)	Valencia (61)	Sevilla (76)	Málaga (80)	Mallorca (88)	Zaragoza (101)	Coruña (102)	Murcia (105)	Bilbao (107)
Human Capital	41	46	109	96	101	115	81	98	111	117
Social Cohesion	55	89	46	50	54	64	75	67	48	88
Economic	39	51	70	76	74	120	122	128	125	118
Governance	46	29	33	86	100	110	83	135	108	107
Environmental	58	51	39	67	86	88	93	59	97	91
Mobility & Transportation	9	12	31	37	34	64	42	44	50	63
Urban Planning	33	29	51	60	107	98	102	73	65	89
International Outreach	17	11	107	97	62	12	149	150	163	125
Technology	34	24	111	107	117	94	98	101	74	87

Tabla 2. Aspectos destacados en una Smart City. Elaboración propia a partir del CIMI [10]

En este caso hemos elegido las diez mejores ciudades españolas según el CIMI.

2.2.1 Indicadores

A continuación, se desarrollarán los indicadores, de los cuales, para este estudio hemos decidido priorizar, por tener más relación con las telecomunicaciones y el ámbito tecnológico, los siguientes: Economic, Environmental, Mobility & Transportation, Urban Planning y Technology.

2.2.1.1 Económico

Este indicador contempla todos aquellos aspectos que promueven el desarrollo económico de un territorio buscando medir, a través de múltiples dimensiones, la sostenibilidad futura de las principales ciudades del mundo y la calidad de vida de sus habitantes.

Si pensamos en economía y en una manera de medir el nivel económico de una ciudad podríamos tender a cometer el error de contemplar únicamente el PIB (Producto Interior Bruto), de hecho, en muchos estudios se considera la más importante incluso la única medida. Pero para el CIMI es una más de las 13 (Anexo 1) que se tiene en cuenta. A parte del PIB, se incluye el crecimiento anual estimado del PIB, para medir el progreso de la ciudad.

Otro indicador es la productividad laboral que permite una medición de la fuerza, eficiencia y nivel tecnológico del sistema de producción.

Otros indicadores seleccionados, para medir el aspecto empresarial de una ciudad, son el número de sedes de empresas que cotizan en bolsa, también la capacidad o posibilidad de emprender un negocio, medido por el porcentaje de habitantes que emprenden motivados por la mejora de sí mismos, el tiempo requerido para comenzar un negocio y facilidad requerida para establecer un negocio en términos de regulatorios. Estos indicadores miden la capacidad de sostenibilidad de una ciudad a través del tiempo y la capacidad potencial de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Uno de los nuevos indicadores añadidos este año al estudio es el porcentaje de pagos de una familia en concepto de hipotecas. Dado el grado de difusión de las nuevas tecnologías y los servicios que surgen de ellas, respecto al estudio CIMI del año pasado, este año se han incorporado las variables Glovo y Uber, como indicadores de la economía digital. Otras nuevas incorporaciones son el salario por hora medio de la ciudad y poder adquisitivo relacionado con bienes y servicios en comparación a un residente de New York.

2.2.1.2 *Ambiental*

El desarrollo sostenible consiste en satisfacer nuestras necesidades sin comprometer la capacidad de que en el futuro también lo hagan. Factores para reducir la polución, planes para favorecer e incentivar los edificios verdes y energías alternativas, una gestión eficiente del agua y de los residuos, y la existencia de políticas que ayuden a contrarrestar los efectos del cambio climático son esenciales para garantizar la sostenibilidad de las ciudades a largo plazo.

Dado que el CIMI también quiere medir la sostenibilidad del medioambiente se incluye como uno de los 11 indicadores (Anexo 2) que contempla el estudio.

Estos indicadores seleccionados incluyen medidas de las fuentes contaminantes del aire y calidad del agua en las ciudades, dado que estos aspectos son indicadores de la calidad de vida de los sus habitantes.

Las emisiones de CO₂ provienen de la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento, mientras que las emisiones de metano provienen de actividades humanas como la agricultura y la producción industrial de metano. Estos dos tipos de emisiones son las principales medidas que se usan para evaluar el grado de contaminación del aire, dado que estas sustancias están fuertemente relacionadas con el efecto invernadero.

Otros indicadores muy importantes para medir la contaminación del aire en las ciudades son PM2.5 y PM10, nombre que se le da a pequeñas partículas de polvo, ceniza, hollín, metal, cemento o polen, dispersos en la atmósfera y cuyo diámetro es inferior a 2.5 μm y 10 μm , respectivamente. Estos indicadores se usan para saber el estado de la contaminación del medio ambiente. También se complementan con el índice de polución de las ciudades, que estima la polución general.

El Índice de Desempeño Ambiental (EPI), calculado por la Universidad de Yale, es un indicador basado en la medición de dos dimensiones relacionadas con el medio ambiente: salud ambiental y vitalidad del ecosistema.

Otros indicadores que se consideran son el total de fuentes de agua renovables, el porcentaje de aumento de temperatura para el 2100, si se siguen aumentando las emisiones de carbono y la cantidad media de residuos sólidos generados por persona, esta última con una mala gestión también significa un riesgo adicional para la salud de las personas que trabajan con estos residuos.

2.2.1.3 *Movilidad y transporte*

Las ciudades del futuro deben enfrentar dos desafíos principales en el campo de la movilidad y transporte: facilitar el movimiento y el acceso a los servicios públicos.

Para evaluar este ámbito el CIMI ha seleccionado 10 indicadores (Anexo 3), estos son, el índice de tráfico general, el tráfico causado por los desplazamientos para ir a trabajar, conducción ineficiente. Estos indicadores son una medida de la seguridad de las carreteras y transporte público, que, si es efectivo y tiene una buena infraestructura, promueve una disminución de tráfico de vehículos en las vías públicas lo que lleva a reducir el número de accidentes.

Otros indicadores son el indicador de bicicletas compartidas que recopila información sobre el sistema público de bicicletas de una ciudad, o el número de paradas de metro y la longitud de la línea de metro, el número de vuelos que llegan a la ciudad y la posesión de una línea de tren de alta velocidad, representa el grado de desarrollo en el ámbito de la movilidad de una ciudad.

En el estudio CIMI de este año respecto al del año anterior se han incorporado dos nuevas variables que son el número de vehículos y el porcentaje de bicicletas por habitante que tiene la ciudad.

2.2.1.4 *Planificación urbana*

Para mejorar la habitabilidad de cualquier territorio, es necesario tener en cuenta los planes maestros locales y el diseño de áreas verdes y espacios para uso público, así como optar por un crecimiento inteligente. Una mala

planificación afecta a reducir la calidad de vida del público y afecta negativamente a los incentivos de inversión. También obstaculiza y aumenta los costes de logística y el transporte de trabajadores. Los nuevos métodos de planificación urbana deberían centrarse en crear ciudades compactas y bien conectadas con servicios públicos accesibles.

El CIMI contempla 5 indicadores (Anexo 4), el número de puntos para alquiler de bicicletas. Las ciudades inteligentes tienen una relación positiva con el generalizado uso de la bicicleta ya que es efectiva, rápida, económica, saludable y es un medio de transporte ecológico.

La calidad de la infraestructura de gestión de residuos, el número de personas por vecindario, el número de rascacielos y el número de edificios son los otros indicadores que se tienen en cuenta.

2.2.1.5 Tecnología

Las TIC son la columna vertebral de cualquier sociedad que quiera llegar a lograr el estatus de inteligente.

La tecnología es un aspecto de la sociedad que mejora la calidad de vida, y su nivel de desarrollo es un indicador de la calidad de vida alcanzada, además permite a las ciudades ser sostenibles en el tiempo y mantener o ampliar las ventajas competitivas de su sistema de producción y calidad del empleo. Si una ciudad está atrasada tecnológicamente tiene desventajas desde el punto de vista, entre otros, de la seguridad, la educación y la salud respecto a una ciudad tecnológicamente avanzada.

Los indicadores seleccionados para medir el rendimiento de las ciudades en términos de tecnología por el CIMI son 13 (Anexo 5), los indicadores van desde el número de usuarios en Twitter o LinkedIn, que marcan el desarrollo de lo que conocemos como “social media”, el número de teléfonos móviles, el porcentaje de hogares con conexión a internet, así como el número de suscripciones a línea fija y a banda ancha, son indicadores que marcan el desarrollo tecnológico que tiene una ciudad, ya que permiten a los hogares y a las empresas acceder a las herramientas necesarias para hacer un uso eficiente de la tecnología.

El número de puntos de acceso Wi-Fi disponibles para los habitantes para cuando están fuera de casa, el porcentaje de hogares con algún tipo de servicio telefónico, el porcentaje de hogares con ordenadores personales o la velocidad del internet son otros indicadores que se tienen en cuenta.

2.2.2 Análisis de las ciudades más “inteligentes” del mundo

En este apartado estudiaremos las 3 ciudades más inteligentes del mundo según el CIMI y la mejor ciudad por ámbito de los anteriormente seleccionados.

2.2.2.1 Londres

Londres, es la capital y ciudad más poblada del Reino Unido, lleva años siendo la ciudad más inteligente de Europa, y en el ranking de este año también lo es de todo el mundo. Ocupa las primeras posiciones del ranking en la mayoría de las categorías y la primera plaza en Human Capital, gracias a que tiene el mayor nivel de escuelas de negocios y el mayor número de universidades dentro de las 500 mejores del mundo. También tiene un gran número de escuelas secundarias, tanto privadas como públicas, una alta proporción de la población tiene educación secundaria y superior, así como una amplia oferta cultural compuesta por teatros, museos y galerías de arte.

Destaca también en International Outreach dado que es una de las ciudades con el mayor número de pasajeros de aerolíneas, soportado por el mayor número de rutas aéreas y destaca también por el número de hoteles y la cantidad de conferencias internacionales de las que es organizador.

Londres tienen más start-ups y programadores que cualquier otra ciudad del mundo, tienen una plataforma de datos (London Datastore) a la que todos los ciudadanos tienen acceso y pueden acceder a más de 700 archivos con información de la ciudad en diferentes campos desde trabajo, transporte, medioambiente o salud.

Innovaciones en el campo de la movilidad como el Heathrow pods [11], vehículo autónomo y eléctrico con forma de capsula que funcionan para conectar el aeropuerto de Heathrow con su estacionamiento comercial para pasajeros cubriendo una ruta de 3,9 km, o el proyecto Crossrail [12], que agregará 10 nuevas líneas de trenes, conectando 30 estaciones ya existentes. Medidas como estas hacen que ocupe el top 3 mundial en cuanto a movilidad.

Para paliar el gran tráfico de su ciudad y solucionar los problemas de congestión las autoridades invertirán 4 billones de libras en el campo del transporte. Quieren hacer de Londres la ciudad más “walkable” del mundo, promoviendo el uso de la bicicleta, andar o el transporte público, Más caminos para viandantes y bicicletas, más pasos de peatones, nuevas señales de tráfico para ayudar a los ciudadanos en sus viajes diarios.

El gobierno de Londres junto con grandes compañías como Tesco se están comprometiendo a desarrollar iniciativas verdes como un uso total de energías renovables en sus instalaciones para el 2020, cero emisiones provenientes de vehículos para 2025 y reducir los desperdicios a la mitad para el 2030.

Como toda Smart City, la conectividad es esencial, para ello Londres colocará células 5G aproximadamente cada 200 metros. Para encontrar estos emplazamientos usaran drones buscando emplazamientos seguros y sin uso para instalar las celdas.

En conclusión, la ciudad de Londres está desarrollando diversas actuaciones en todos los ámbitos de una Smart City para seguir en la delantera mundial y

seguir siendo un referente para todas aquellas ciudades que quieran ser inteligentes [13].

2.2.2.2 Nueva York

Esta ciudad es una de las más grandes y famosas ciudades del mundo. Es la segunda ciudad más poblada de Norteamérica después de ciudad de México. Según el ranking CIMI de este año ocupa el segundo lugar como ciudad más inteligente, pero lidera el ámbito de la economía. Es el centro económico más grande e importante del mundo y es la ciudad con el PIB más alto, junto con el gran número de empresas con sede en New York que cotizan en bolsa hace que a lo largo de los años se mantenga en primera posición respecto al ámbito económico.

Aunque el ámbito económico es la mayor fuerza de esta ciudad para ocupar el número 2 mundial, también destaca en otros ámbitos, como es el caso de la movilidad y transporte, planificación urbana y tecnología.

Una medida destacable aplicada en la ciudad es Brownsville Innovation Lab [14], es una iniciativa lanzada en el barrio de Brownsville en Brooklyn, una de las zonas más peligrosas del distrito. Los encargados de este proyecto han dotado a los vecinos del barrio con acceso a alimentos saludables, seguridad pública por la noche y mejores soluciones para gestionar los residuos.

La seguridad de las personas fue una preocupación importante para la ciudad durante años. Para mejorar esta solución e incrementar la detección de delitos la ciudad aplicó durante 2 años el HunchLab [15], un software de predicción de delitos. Utiliza datos históricos y modelos del terreno para predecir la ocurrencia de delitos. Esta solución identifica puntos críticos donde la delincuencia es mayor, para así ayudar a la policía a incrementar la vigilancia en esas zonas. Después de los 2 años de pruebas el crimen violento se redujo significativamente.

Para intentar reducir el tráfico de coches y las congestiones la ciudad ha implementado unos semáforos inteligentes que con la ayuda de cámaras y sensores estudian el tráfico de la vía y las calles de alrededor para variar el tiempo de encendido de los semáforos en función de la necesidad.

Por otro lado, también se fomenta el uso de la bicicleta con un servicio de bicicletas compartidas en Manhattan, el norte de Brooklyn y el oeste de Queens [16]. El programa despliega cientos de estaciones de bicicletas que están disponibles 24 horas al día todos los días. La aplicación "Citi Bike's" ayuda al usuario a encontrar la bicicleta más cercana disponible en tiempo real y les indica cómo llegar a dicha estación.

En New York son típicas las cabinas telefónicas, pero les puede quedar poco tiempo ya que se quieren sustituir por una especie de quiosco, con acceso Wi-Fi equipado para proporcionar cobertura gratuita y encriptada para los ciudadanos. Estos puntos llamados Link NYC [17] vienen equipados con unas tablets Android para navegar y hacer videollamadas.

Finalmente hay que destacar dos medidas, la primera es el “Smart Street lighting” [18] que consiste en sustituir las luces de la ciudad por LEDs retroiluminados, estos LEDs cuentan con un programa que controla la intensidad de la luz y programa las horas de operación de acuerdo con el número de ocupantes en las cercanías en ese momento. Y respecto a la gestión de residuos, los contenedores Bigbellys [19], son contenedores de basura inteligentes, que supervisan el nivel de basura y envían una alerta, evitando desbordamientos de basura y optimizando el sistema de recogida, los sensores funcionan con energía solar.

New York, como hemos visto en el caso de Londres, es un claro ejemplo de ciudad a seguir para convertirse en una ciudad más eficiente e inteligente. Dado que actúa en todos los ámbitos de una Smart City y de manera muy destacable en la mayoría de ellos.

2.2.2.3 *Ámsterdam*

La capital de los Países Bajos ocupa la tercera posición, es la ciudad más grande del país y un importante centro financiero y cultural. La combinación de su tecnología financiera, eficiencia energética y cultura hacen de esta ciudad una importante potencia europea. El 90% de los hogares tienen bicicletas y tienen un gran sistema de bicicletas compartidas. Además, ha presentado un proyecto para prohibir los automóviles de gasolina y diésel para el año 2025, convirtiéndose así en la primera ciudad de Europa con cero emisiones.

Se desempeña bien en general y destaca especialmente en economía, tecnología, planificación urbana, alcance internacional y movilidad y transporte, dimensiones en las que se encuentra entre los mejores 20.

Ámsterdam invirtió fuertemente desde el principio en una infraestructura para respaldar proyectos de ciudades inteligentes y continúa desarrollando su infraestructura inteligente.

Por ejemplo, once de los quince cables de datos transatlánticos pasan o están conectados con Ámsterdam [20].

También cuentan con un laboratorio de IoT equipado con balizas [21], estas balizas se conectan a través de LoRaWan, un nuevo protocolo máquina a máquina, para transmitir pequeños paquetes de datos a distancias de hasta 3 km. Los usuarios pueden acceder a estos datos a través de Bluetooth. El objetivo de este laboratorio es que las empresas prueben las soluciones de IoT en entornos urbanos reales.

Dado que el uso de la bicicleta está muy desarrollado en la ciudad, el puerto de Ámsterdam tiene luces LED regulables que iluminan los carriles bici con energía solar y eólica [22]. Los ciclistas pueden usar una aplicación para aumentar la iluminación, y una vez pasan se vuelve a atenuar.

Ámsterdam está aumentando el uso de fuentes de energía sostenibles. La ciudad está proporcionando instalaciones de energía sostenible, y también permite a los ciudadanos producir e intercambiar energía entre ellos.

Aunque una gran cantidad de ciudadanos de Ámsterdam se desplazan en bicicleta se quiere fomentar el uso de automóviles eléctricos y el uso compartido de automóviles, con proyectos como “Vehicle2Grid” [23], para favorecer el uso del vehículo eléctrico o el “Toogethr” [24], que consiste en una plataforma para compartir coche para ir al trabajo y así evitar congestiones y reducir las emisiones.

Smart City 1.0 fue el despliegue inicial de tecnología inteligente con sensores y plataformas big data, y el 2.0 implicó la implantación de soluciones prácticas que afectan a la vida de los ciudadanos, Ámsterdam es el claro ejemplo de Smart City 3.0 [25] en la que ciudadanos y organizaciones privadas participan activamente en la creación y expansión de soluciones Smart City, continuará prosperando y desarrollándose si mantiene este delicado equilibrio entre la participación pública y la facilitación municipal reflexiva.

2.2.2.4 *Reikiavik*

La capital y ciudad más popular de Islandia donde vive la mitad de población del país, a pesar de ser una de las ciudades más pequeñas, destaca por ocupar la posición global número 5 y por segundo año consecutivo lidera el ámbito medioambiental.

En Reikiavik, toda la electricidad se produce con energía hidroeléctrica y los hogares se calientan geotérmicamente y el uso de energía en la calefacción urbana no libera gases de efecto invernadero.

El transporte es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero y para ello en el plan municipal 2010-2030, el objetivo es cambiar la forma en la que se viaja para que el transporte público aumente del 4% al 12% y los peatones y ciclistas del 19% al 30% para el 2030. En el 2016 el ayuntamiento decidió alcanzar un objetivo muy ambicioso, la de una ciudad libre de emisiones de carbono para el 2040 [26].

Gracias a la manera de crear energía en la ciudad, los planes para reducir las emisiones de los vehículos y los proyectos sobre educación medioambiental tanto para escuelas como para el público en general a través del jardín botánico y su programa de biodiversidad hacen que Reikiavik se asegure un futuro verde.

2.2.2.5 *Singapur*

Esta ciudad ocupa la posición número 7 a nivel global y es la mejor ciudad en el ámbito tecnológico. En esta ciudad todo gira en torno a la tecnología, tienen una red de fibra óptica del largo y ancho de la isla y hasta tres móviles por cada

dos residentes, también cuenta con hospitales robots, formado por personal humano y robot, taxis autónomos y jardines y granjas verticales para regular la temperatura absorbiendo y dispersando el calor mientras captan agua de lluvia

Es la ciudad que proporciona la velocidad de Internet más rápida a sus residentes, casi 100% de su población tiene un teléfono móvil y tiene una gran cantidad de puntos de acceso Wi-Fi.

Para llegar a ser la ciudad que es hoy en día el gobierno adoptó políticas para promover la innovación, tanto en sector público como en el privado, incluyendo la legislación y la asistencia para la co-creación y la investigación para impulsar el crecimiento en todos los ámbitos, incluido el sector público, para garantizar que todos los niveles de la sociedad puedan beneficiarse de estas tecnologías e innovaciones.

Así mismo la ciudad es considerada un líder mundial en seguridad, movilidad inteligente, atención médica y servicios administrativos. Para promover y mejorar la movilidad, ha implantado soluciones de tráfico inteligentes y conectadas, junto con políticas que desalientan la propiedad particular de los automóviles. Convirtiendo la ciudad en un campo de pruebas para las futuras alternativas de la movilidad [27].

2.2.2.6 *Shanghái*

Shanghái es la primera ciudad China en el ranking, y sobresale principalmente por ser la mejor ciudad en movilidad y transporte.

Esto es gracias, por ejemplo, al alcance de su sistema de metro. A pesar de ello planea extenderla hasta 800km para el 2020, con el objetivo de unir Zhejiang (335km) y Jiangsu (325km) en una hora desde Shanghái, además de ser la ciudad con el segundo número más alto de estaciones.

Para incentivar el uso del transporte público está aplicando restricciones en la entrega de licencias de coches y ha eliminado 160000 coches que no cumplían el máximo de emisiones permitido. Además, la ciudad ha habilitado zonas y rutas para hacer pruebas con vehículos autónomos [28].

Shanghái ha comenzado a integrar en el transporte público servicios de movilidad compartida para completar viajes de un punto a otro totalmente personalizados.

Un gran problema de esta ciudad es la calidad de su aire, y para ello está tomando diversas acciones para mejorar esta problemática. Está actualizando su flota de autobuses eléctricos usando nuevas tecnologías que pueden cargar el autobús en 10 segundos para recorrer una distancia de 5 km.

La apuesta para el futuro respecto a la movilidad es que sea multimodal. Shanghái tiene una amplia gama de opciones, autobuses, metro, tren de cercanías, Maglev (Tren de levitación magnética), tranvías y una gran red de

bicicletas compartidas, por lo que es uno de los sistemas más versátiles del mundo.

2.2.2.7 *Toronto*

Esta ciudad es la mejor en el ámbito de la planificación urbana. En realidad, no es solo esta ciudad, sino todo el país que tiene un gran desarrollo en este ámbito, aunque a nivel general esta ciudad está en la posición 18.

Desde 2017, ha estado desarrollando un proyecto de urbanismo con el que pretende crear nuevos hogares en edificios multifamiliares diseñados para adaptarse mejor a familias con niños y adolescentes

En Toronto, las autoridades consideran que una ciudad exitosa a menudo se mide por su diversidad y, en ese contexto, se muestra el número de hijos como medida de éxito. Si se construye una ciudad que permita niños y jóvenes prosperar y desarrollarse de manera segura, entonces será una ciudad inclusiva y sostenible. Además, la ciudad está funcionando para convertir áreas en desuso en minimetrópolis llenas de vida.

El proyecto de ciudad inteligente que está preparando Sidewalk Labs [29], empresa vinculada a Google, busca desarrollar un sistema inteligente en la parte oriental de la ciudad canadiense en las orillas del lago Ontario. A través de las nuevas tecnologías, el objetivo es desarrollar un modelo de ciudad conectada a partir de la recopilación de datos mediante sensores que pueden arrojar luz sobre aspectos del tráfico, ruido, calidad del aire, residuos y el rendimiento de la red eléctrica. El objetivo del proyecto tecnológico es convertir a Toronto en un modelo de ciudad sostenible en la que la construcción verde juega el papel principal.

Toronto ocupa el primer lugar en planificación urbana gracias a su notable desarrollado de infraestructura, con un gran número de edificios y rascacielos y un fácil acceso a la gestión de residuos para casi toda la población urbana.

2.2.3 **Análisis de las ciudades más inteligentes de España**

A pesar de que varias ciudades españolas tienen proyectos y medidas y están en proceso de convertirse en una Smart City como es el caso de Valencia, Sevilla o Málaga para este estudio hemos considerado estudiar Madrid y Barcelona porque son las que más destacan a nivel mundial y son las dos ciudades más pobladas y grandes de España.

2.2.3.1 *Madrid*

La capital de España y la ciudad más importante del país. Es la primera ciudad española del ranking CIMI y ocupa la posición 24. Esto es gracias a su desarrollo en movilidad y transporte, donde ocupa la novena posición.

La plataforma MiNT (Madrid Inteligente o “Smart Madrid”) [30] permite a los residentes utilizar sus smartphones para informar al ayuntamiento de cualquier incidente en la gestión y calidad de los servicios públicos urbanos, como una acera en mal estado, una luz de una farola defectuosa o contenedores en mal estado para hacer la ciudad más sostenible.

La ciudad también cuenta con la plataforma “Decide Madrid” [31] lanzada para contribuir directamente con la gestión de la ciudad, esta plataforma permite decidir sobre una amplia gama de temas relacionados con la ciudad y ha servido como modelo para otras ciudades.

Madrid cuenta con la plataforma BiciMAD [32], que es el nuevo medio de transporte público de Madrid, un servicio prestado al 100% con bicicletas eléctricas, práctico, sencillo y ecológico. El objetivo de BiciMAD es proporcionar una alternativa limpia y saludable para los ciudadanos y fomentar el uso de la bicicleta en la ciudad. Cuenta con más de 2000 bicicletas, más de 4000 anclajes y 165 estaciones a lo largo de la ciudad. BiciMAD destaca por el empleo de las TIC para mejorar la experiencia del usuario, dispone de información en tiempo real de bicicletas y estaciones disponibles y puede realizar la alta instantánea mediante tarjeta de crédito o débito.

Para mejorar el tráfico en la ciudad, el ayuntamiento está preparando una red de 12 aparcamientos disuasorios en la corona metropolitana con capacidad para 9500 plazas y estarán conectadas con la red de transporte y ofrecerán sistemas de tarifas ventajosos para incentivar su uso.

Por otro lado para reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire está previsto que en 2030 el 90% de los vehículos municipales tengan la categoría CERO (Eléctricos, híbridos enchufables y de pila de hidrógeno) y ECO (turismos híbridos no enchufables, impulsados por gas (GLP,GNC)) y para el vehículo privado ya está en práctica la normativa Madrid Central, que restringe el tráfico en el centro de la ciudad para limitar solo a los residentes de la zona, a los servicios de transporte público y a los coches menos contaminantes.

2.2.3.2 *Barcelona*

Es la segunda mejor ciudad española y ocupa la posición global número 28. Se desenvuelve bien en la mayoría de los ámbitos, gobernanza, planificación urbana, alcance internacional, tecnología y movilidad y transporte, ámbitos en los que está en el top 30. Hay que destacar que es la anfitriona del Smart City World Congress, el evento líder mundial para Smart Cities.

Barcelona está llevando a cabo el proyecto C MobILE [33], este proyecto impulsa la implantación tecnológica en los diferentes medios de transporte de Barcelona con el fin de reducir el impacto medioambiental del transporte en carretera y las incidencias viarias, haciendo que Barcelona se convierta en una ciudad eficiente y plenamente segura para la ciudadanía. Pretende ayudar a las autoridades a desplegar los servicios C-ITS (sistemas inteligentes de transporte cooperativos). Estos servicios han sido diseñados para tratar los retos

específicos de 8 ciudades piloto de Europa, y Barcelona es una de ellas. El principal objetivo de este proyecto es el de asegurar una red viaria segura, limpia, eficiente y sostenible, sin dejar de lado las zonas urbanas complejas y dándole una cierta atención a los usuarios vulnerables de la red vial.

Barcelona es un referente mundial en cuanto a movilidad, algunas medidas destacables son su sistema de autobuses ortogonales [34], que promueven la intermodalidad, ubicando estratégicamente las paradas de autobuses para permitir la conexión entre líneas de autobuses, tranvías, trenes, metro, bicicletas, etc. Se utilizan autobuses híbridos para disminuir las emisiones y las señales que indican el tiempo de llegada de los autobuses funciona con energía solar. Otra medida es Bicing [35], que ofrece 6000 bicicletas compartidas, las paradas están situadas cerca del transporte público y las áreas de estacionamiento, lo que hace que sea conveniente coger o dejar las bicicletas. La ciudad tiene grandes problemas para encontrar aparcamiento en la vía pública, por este motivo la ciudad implementó sensores inalámbricos debajo del pavimento para guiar a los conductores, mediante una app, a los lugares con estacionamiento disponible.

Respecto al medioambiente, como otras ciudades, Barcelona ha implementado unos contenedores inteligentes que detectan el nivel de residuos que contienen y así los trabajadores pueden planificar una ruta de recogida más eficiente. Algunos contenedores se conectan directamente a repositorios subterráneos y los residuos son aspirados por el vacío a través de tuberías subterráneas. Reduciendo así olores, ruido y la congestión causada por los camiones recolectores. Más tarde estos residuos son quemados y la energía producida se utiliza para el sistema de calefacción de la ciudad.

También se han instalado luces LED de bajo consumo y utilizan sensores para detectar cuándo se necesita iluminación, ahorrando así energía y reduciendo el calor generado por las lámparas antiguas. Así mismo las luces incluyen sensores de temperatura y contaminación y se utilizan como transmisores Wi-Fi.

2.3 Conclusiones

Tras realizar el estudio de los diferentes ámbitos de una Smart City se aprecia como las ciudades empiezan por los ámbitos más sencillos y de menor dificultad tecnológica y menor impacto económico para convertirse en una ciudad inteligente.

Los primeros ámbitos que se tienden a desarrollar son Governance, Economy y People, ya que no necesitan un gran coste de infraestructura ni mantenimiento. En segundo lugar, se desarrollarían los ámbitos Living, Environment y Mobility, dado que estos ámbitos requieren de obtención de datos y medidas a través de sensores y equipos para poder desarrollarse.

Hemos podido apreciar que según el tipo de ciudad hay ámbitos que son propensos a ser desarrollados con más frecuencia y en mayor profundidad dadas las diferentes necesidades de cada ciudad.

Territorios con población envejecida	Smart Mobility Smart People Smart Living
Territorios con baja densidad de población	Smart Mobility Smart Governance Smart Economy Smart Living
Territorios cuyo principal sector de actividad es el turismo	Smart Governance Smart Mobility Smart Economy Smart Living
Territorios cuyo principal sector de actividad es el comercio	Smart Governance Smart Economy Smart People
Territorios cuyo principal sector de actividad es la agricultura	Smart Environment Smart Economy Smart People
Territorios insulares	Smart Environment Smart Mobility Smart Living
Territorios fronterizos	Smart Economy Smart Mobility Smart Living

Tabla 3. Aspectos a desarrollar según el tipo de territorio. Elaboración propia a partir del EHCI [2]

Después de estudiar los ámbitos que abarca una Smart City llegamos a la conclusión de que para que una ciudad sea considerada como “Smart City” debe estar avanzada y desarrollada en todos los ámbitos anteriormente mostrados, y tener el compromiso de seguir desarrollando sus infraestructuras para mantenerse a la par de la evolución de las nuevas tecnologías y crece el número de habitantes en las ciudades.

Tras realizar esta investigación sobre los aspectos de estudio de una ciudad, vemos que los ámbitos que hemos seleccionados son los acertados, ya que son en los que las nuevas tecnologías digitales y de la telecomunicación pueden tener poder de efecto e influencia. Y así mediante estas nuevas tecnologías llegar a desarrollar la ciudad hasta el concepto de Smart City.

Por otro lado, después de estudiar las principales ciudades a nivel mundial, vemos que las ciudades europeas encabezan las primeras posiciones y son las más desarrolladas, así mismo las grandes ciudades americanas, Nueva York, Los Angeles o Chicago destacan también, gracias a su fuerte economía, y en los últimos años ciudades asiáticas como Tokio, Singapur, Hong Kong o Seúl, están llegando a las primeras posiciones gracias a su gran desarrollo a nivel

tecnológico y en el ámbito de la movilidad. Hemos podido comprobar que estas grandes ciudades comparten problemáticas, como por ejemplo los problemas de movilidad y la contaminación, dado su gran número de habitantes.

Para solucionar los problemas de movilidad, y con ello reducir gran parte de la contaminación del aire, en el futuro la movilidad deber ser multimodal, combinando, modos de transporte antiguos actualizados a las necesidades actuales, como vehículos eléctricos y las nuevas formas de transporte que han ido apareciendo como la bicicleta eléctrica o el patinete eléctrico, el cual en el último año se ha desarrollado exponencialmente en nuestro país, siendo necesario crear una regulación de tráfico para estos nuevos vehículos.

Finalmente hemos podido observar que son bastantes las ciudades en las que se empiezan a tomar medidas para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la ciudad, pero hoy en día solo Madrid y Barcelona son destacables como Smart City en España, por el momento. Un dato significativo es que los últimos 4 años ha habido gobiernos progresistas tanto en Madrid como en Barcelona cosa que ha hecho que aumentan las medidas relacionadas con el medio ambiente y con la implicación de las personas en la ciudad. Por lo que la transformación de las ciudades no depende únicamente de la tecnología sino de otros factores externos como la política.

CAPÍTULO 3. CONNECTED MOBILITY

El ámbito de la movilidad es el que más repercusión tiene en la calidad de vida de las personas dado que influye diariamente en las vidas de los habitantes, debido a esto es el ámbito con mayor investigación e inversión de recursos y las que tiene una mayor previsión de desarrollo.

En este capítulo estudiaremos el concepto de movilidad conectada y propondremos soluciones reales para nuestra ciudad.

3.1 Introducción

La movilidad conectada se refiere a los vehículos autónomos que son capaces de guiarse sin la intervención humana.

Con la evolución de las tecnologías digitales, como la robótica, el IoT, la inteligencia artificial y las poderosas redes de comunicación, los vehículos en general, especialmente los coches, ya que son el vehículo más utilizado, están cambiando rápidamente.

Por lo tanto, las políticas y la legislación relacionadas con la tecnología digital, incluida la ciberseguridad, el uso de datos y la privacidad son cada vez más relevantes para el sector del transporte. Estos aspectos necesitan además coordinación a nivel global para garantizar que un vehículo pueda permanecer conectado al cruzar fronteras. En nuestro caso la Comisión Europea apoya el despliegue de la movilidad conectada en varios niveles [36]: Iniciativas políticas con la creación de la DG CONNECT's con la función de renunciar a las partes interesadas y a los países para fomentar los intercambios de experiencias, ideas y propuestas. Desarrollo de normas a nivel europeo. Y cofinanciación de proyectos de investigación e innovación, acciones de apoyo y proyectos piloto de infraestructura.

Una de las iniciativas de la Comisión Europea son los corredores transfronterizos 5G, donde los vehículos pueden moverse físicamente a través de las fronteras y donde la seguridad vial transfronteriza, el acceso a los datos, la conectividad y las tecnologías digitales puedan ser probadas y demostradas.

La Unión Europea apoya 3 proyectos que establecerán pruebas 5G en más de 1000 km de carretera, incluidos 4 corredores transfronterizos: Metz-Merzig-Luxemburgo, Munich-Bolonia, Porto-Vigo y Evora-Mérida [37].

Otra iniciativa relevante es el Sistema Cooperativo de Transporte Inteligente (C-ITS) [38], es un sistema que permite el intercambio de información entre vehículos y la infraestructura vial. Su objetivo es el despliegue de sus servicios en pasos transfronterizos interoperables para usuarios de la carretera.

Por su parte las industrias iniciaron una serie de mesas redondas en las que han desarrollado hojas de rutas conjuntas y acciones de despliegue transfronterizo. Entre los principales logros de estas mesas redondas es la

creación de la European Automotive – Telecom Alliance (EATA) [39] para promover el despliegue más amplio de la conducción conectada. Algunas de las empresas participantes son: BMW Group, Bosch, Ericsson, Fiat, Ford, Huawei, Hyundai, Jaguar, Nokia, Orange, Telefónica, Telenor, Toyota, Vodafone y Volkswagen.

Paralelamente se creó la 5G Automotive Alliance (5GAA) [40] para promover específicamente el 5G en el sector automotriz. Y el consorcio CAR2CAR [41] que se enfoca en aplicaciones de comunicación inalámbrica de vehículo a vehículo (V2V) y concentra sus esfuerzos en crear estándares que garanticen la interoperabilidad de los sistemas cooperativos que abarcan todas las clases de vehículos, a través de las fronteras.

3.2 Requerimientos

Actualmente el ser humano cuando va en un vehículo, del cual es conductor, hace la función de sensor receptor y controlador del vehículo, es decir según las señales que recibe del entorno, actualmente señales y semáforos principalmente, ejecutamos un movimiento u otro.

Esta situación cambiará, las señales que se reciban dejarán de ser visuales a ser señales que emiten diferentes tipos de sensores/emisores y las recibirá el propio vehículo y será el mismo mediante una “inteligencia artificial” el que ejecute un movimiento u otro en función de nuestro destino final. Por lo que el vehículo del futuro deberá estar conectado a la infraestructura (V2I) a los otros vehículos (V2V) y a la nube/Internet.

Las ciudades del futuro estarán dotadas de miles de sensores generando una cantidad de datos los cuales se procesarán para optimizar la movilidad, y a medida que estos datos se procesan y analizan la inteligencia artificial aprenderá de manera autónoma.

Para poder trabajar con esta cantidad de datos e información y que nuestro vehículo reaccione a los factores externos de manera rápida y que no comprometa la seguridad de las personas será primordial la cobertura 5G, dadas sus características, hasta 10Gbps de velocidad y hasta 1ms de latencia idealmente hablando.

Al tratarse de un aspecto central se ha realizado un estudio aproximado de cuantas estaciones se necesitarían en nuestra ciudad para dotar de cobertura 5G hemos realizado un estudio con el programa ICS LT (programa utilizado por la empresa en la que trabajo para el cálculo de coberturas) para dotar de cobertura 5G las ciudades de Gavá y Viladecans.

Hemos priorizado la instalación en puntos como, rotondas y cruces en las que hay una intensidad mayor en términos de movilidad y al mismo tiempo menos obstáculos y así permitir una mayor propagación, proximidades a instalaciones deportivas dadas su concentración de personas en un mismo lugar y las entradas a las carreteras principales dado el gran flujo de vehículos. El estudio

se ha realizado en la banda <6GHz concretamente en 3,6 GHZ, los valores y características de las antenas han sido seleccionados en base a diversos documentos [42] [43] [44] y (Anexo 6) (Anexo 7) y estos han sido los resultados:

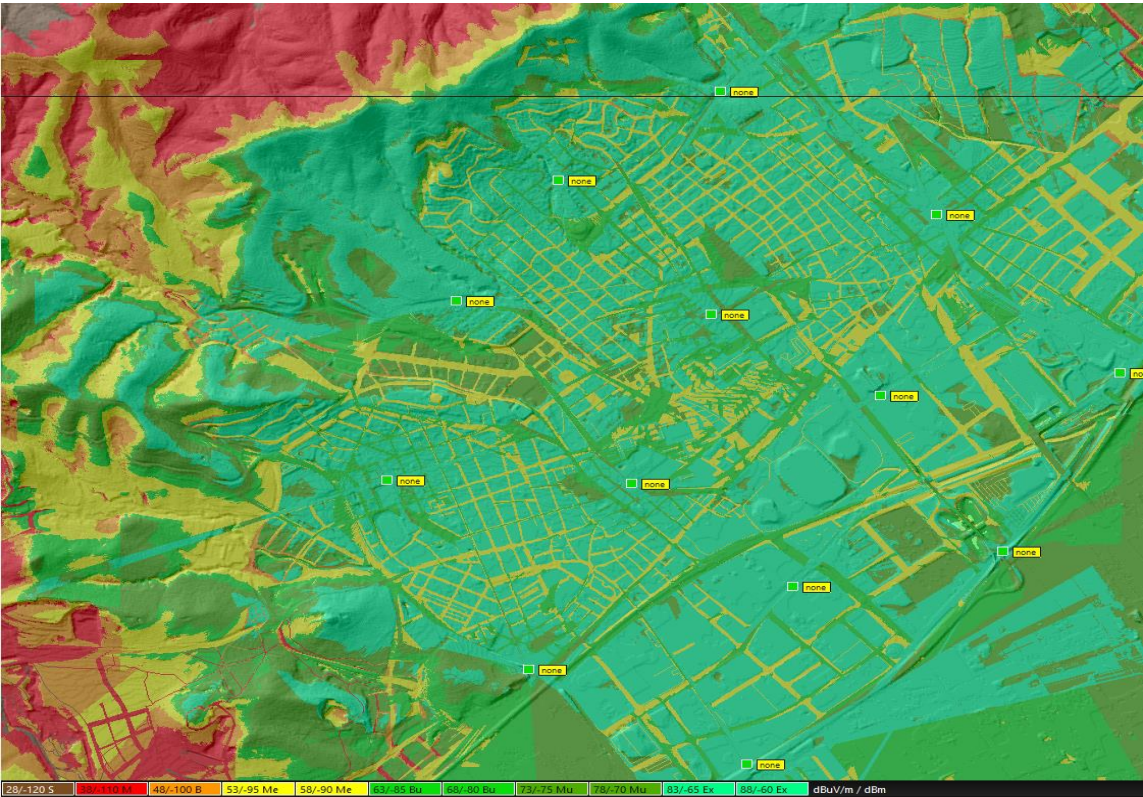


Tabla 4. Nivel de cobertura con modelo de propagación UIT-R 525 con 13 estaciones.
Elaboración propia

Como podemos ver en la imagen anterior se ha realizado el estudio de cobertura con el modelo de propagación UIT-R 525, obteniendo como resultado un nivel de cobertura superior a -65 dBm (Excelente) en la mayoría del territorio a cubrir excepto en las calles, donde obtenemos -90 dBm (Media). En total se han utilizado 13 estaciones para cubrir un área de aproximadamente 10km².

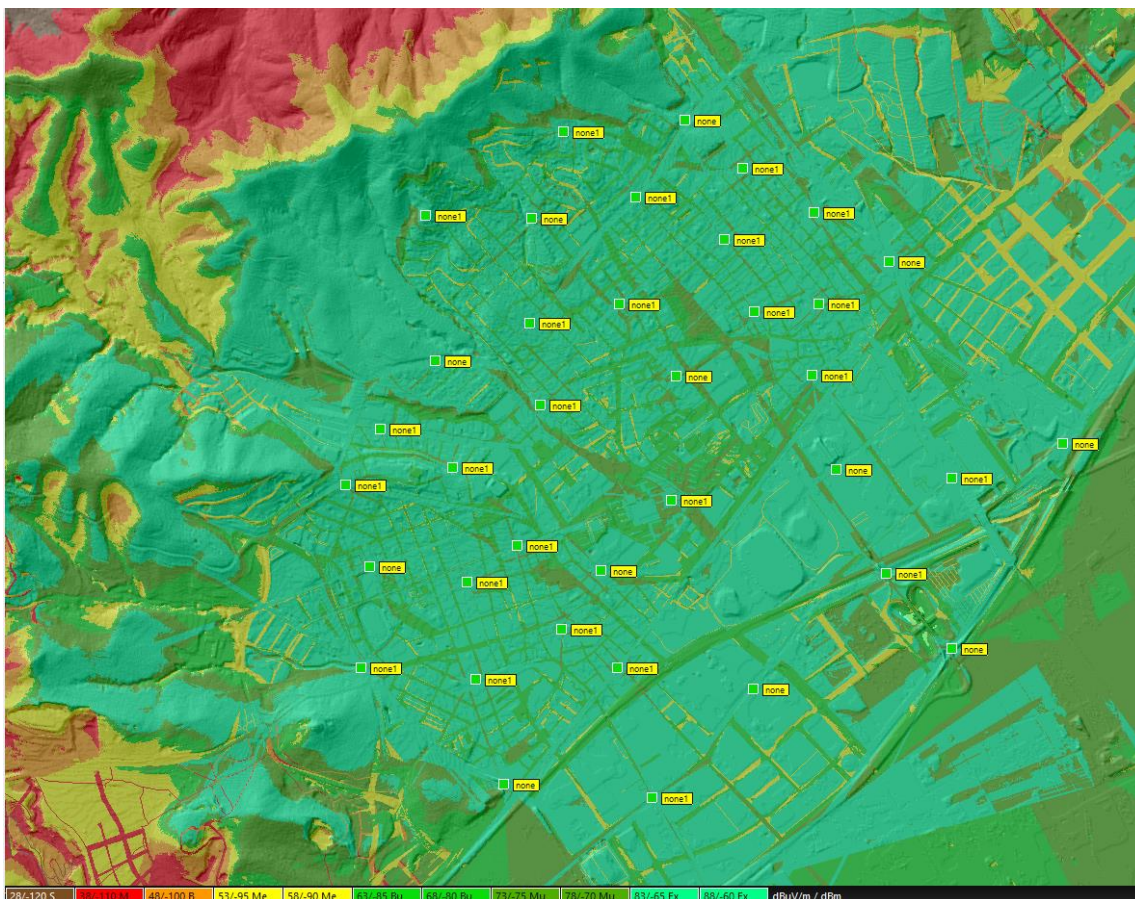


Tabla 5. Nivel de cobertura con modelo de propagación UIT-R 525 con 38 estaciones. Elaboración propia

Para obtener un nivel óptimo en las calles, lugar donde se desarrolla la movilidad conectada debemos aumentar el número de estaciones. Con 38 estaciones logramos obtener un nivel de señal superior a -85 dBm (Buena) en todo el territorio. Para saber como se ha realizado el estudio y los parámetros de los equipos ver (Anexo 7).

3.3 Medidas para mejorar la movilidad en nuestra ciudad

Igual que hemos elegido para el cálculo de cobertura Gavá y Viladecans, en este caso las hemos elegido para realizar un estudio sobre su movilidad y proponer una serie de medidas para mejorarla.

Gavá cuenta con 46771 habitantes y por su parte Viladecans 66611 según el Instituto de Estadística de Cataluña. Aunque haya 20000 habitantes de diferencia los problemas de movilidad de estas dos ciudades son prácticamente los mismos, y dado que son vecinas y sus núcleos urbanos están juntos las trataremos como una sola ciudad.

Para estudiar sus problemas y como solucionarlos elaboraremos primero una lista de las problemáticas detectadas:

#	Problema
1	Entrada y salida de la ciudad
2	Entrada y salida del colegio
3	Aparcamiento
4	Acceso a los estadios de fútbol
5	Conexión de los polígonos industriales
6	Ausencia de alternativas de movilidad
7	Servicio de recogida de residuos
8	Ausencia de información del estado de la movilidad
9	Carril bici
10	Movilidad reducida en las aceras

Tabla 6. Problemas detectados en cuento a la movilidad. Elaboración propia

#1 La entrada y salida de la ciudad es uno de los principales problemas ya que tanto Gavá como Viladecans son ciudades “dormitorio”, es decir la gran mayoría de la población se desplaza cada día para ir a trabajar. En las dos ciudades para acceder a la principal vía de conexión con otras ciudades en especial Barcelona, la C-32, se atraviesan semáforos los cuales dependiendo de las horas no funcionan de forma eficiente. En los tramos horarios de 6 a 8 de la mañana y de 5 a 7 de la tarde el tráfico prácticamente es solo en el sentido de entrar o salir de la ciudad por lo que deberían ajustarse los tiempos de los semáforos según la necesidad del tráfico.

#2 La entrada y salida de los colegios genera grandes problemas en la movilidad en las calles de la ciudad ya que se invaden las aceras y se obstaculiza el transito realizando paradas en la carretera y parando los vehículos en doble fila. Para solucionar esta problemática debería fomentarse el ir a pie a la escuela ya que en la mayoría de los casos los alumnos son de las cercanías de esos colegios. Para ello los colegios y los ayuntamientos deberían hacer una campaña de concienciación para padres y alumnos sobre los problemas de la contaminación y los beneficios de la actividad física, en el caso de los públicos y en el caso de escuelas privadas y en el que los alumnos no sean de las cercanías crear un servicio colectivo de recogida para reducir el número de vehículos. Así mismo incrementar el número de policías que controle las infracciones anteriormente mencionadas.

#3 El aparcamiento en las zonas urbanas suele ser un problema que genera malestar en sus habitantes ya que se suele perder demasiado tiempo en encontrar uno. Para ello una medida que reduciría un gran número de vehículos en la ciudad sería la creación de párquines a la entrada de la ciudad para que los habitantes tengan la opción de dejar sus vehículos y coger un medio alternativo como la bici/monopatín o el autobús para moverse por dentro de la ciudad.

#4 Evidentemente Gavá y Viladecans no cuentan con un estadio grande como el Camp Nou en Barcelona, pero debido al gran número de equipos en categorías inferiores y que en un mismo campo se juegan varios partidos simultáneamente, genera un gran tráfico y constante durante todo el fin de semana, lo que hace incrementar la problemática del aparcamiento y del tránsito en la ciudad, aunque al ser fin de semana el tráfico es menor. Para ello

una medida que mejore esta problemática sería la creación de párquines subterráneos debajo de los estadios y trasladar estos estadios a zonas de la ciudad menos pobladas ya que actualmente se encuentran en medio de la ciudad para no entorpecer el tránsito interno.

#5 Los polígonos industriales debido al crecimiento de la ciudad han quedado rodeados por la ciudad. Esto genera un tráfico de camiones que obstaculiza el tránsito del resto de vehículos ya que utilizan los mismos medios de acceso que el resto y generan retenciones al tener dificultad en sus maniobras por lo que se debería crear un acceso polígono – C-32 exclusivo para camiones y grandes vehículos que no entorpezca el tránsito en la ciudad.

#6 Tanto Gavá como Viladecans no disponen de servicios de bicicletas compartidas. Teniendo uno se fomentaría su uso para realizar gestiones y actividades dentro de la ciudad y así estar más cerca del futuro ideal respecto a la movilidad de que el tránsito dentro la ciudad sea sin coches.

#7 La gestión de residuos es bastante deficiente ya que hay camiones en servicio durante horas punta del día como la entrada y salida de los colegios añadiendo más tráfico del que se genera por sí solo, además los contenedores reducen varias plazas de aparcamiento por calle. Para ello deberían instalarse contenedores subterráneos que no reduzcan plazas de aparcamiento e implantar sensores en ellos para poder ajustar la ruta de recogida según la necesidad. Cambiar los camiones por unos más modernos que no generen ruido y hacer las recogidas en la franja horaria de 24h a 5h en la que el tráfico es inferior.

#8 Si hay algún problema en la ciudad o en el acceso a ella que genere problemas en la movilidad no lo detectas hasta que llegas al lugar del accidente y no puedes recalcular tu ruta, para ello cada ayuntamiento debería crear una aplicación para móviles que informe de las incidencias en el tráfico ya sea por accidente o por obras y recalcule la ruta óptima para cada usuario.

#9 Actualmente se han creado carriles bici en medio de los carriles para vehículos generando un tráfico más lento, e imprudencias por parte de los usuarios de dicho carril, en su mayoría personas jóvenes. Para reducir los posibles accidentes ocasionados debería crearse un carril bici separado del resto de vehículos para garantizar tanto la seguridad de los usuarios de bicicletas y monopatines como la de los conductores.

10 En cuanto a la movilidad de las personas en especial las personas con discapacidad por las aceras en área residenciales es prácticamente imposible ya que la mayoría de los coches al no haber aparcamiento están subidos en la acera e impiden el paso de las personas con movilidad reducida y no hay rampas para que puedan subir a ellas. Para mejorar la movilidad de estas personas se deben habilitar rampas en todos los pasos de peatones y aumentar el control policial para que los vehículos no estacionen en las aceras.

#	Solución
1	Semáforos regulables
2	Programas de concienciación, servicios de recogida colectiva y aumento del control policial en las cercanías de los colegios.
3	Párquines públicos a las afueras de la ciudad
4	Traslado de los párquines
5	Traslado de los Campos municipales a zonas menos pobladas y creación de párquines subterráneos
6	Creación de un servicio público de bicicletas compartidas
7	Instalación de nuevos contenedores inteligentes y modernización de los vehículos municipales.
8	Creación de una aplicación para el móvil sobre el tráfico de la ciudad
9	Creación de nuevos carriles bici más seguros
10	Mejorar de las vías para peatones y mayor control policial respecto a la invasión de aceras por parte de los vehículos.

Tabla 7. Soluciones propuestas para mejorar la movilidad. Elaboración propia

3.4 Vehículos del futuro

Como serán los vehículos en el futuro, es una pregunta que muchas personas y empresas se hacen cada día, si el futuro es que los vehículos sean autónomos y la acción humana no es necesaria carece de sentido que por ejemplos los coches del futuro tengan el mismo diseño que los actuales, es decir no es necesario ir sentado delante de un volante observado en todo momento el exterior. Gracias a los avances tecnológicos que harán que lleguemos a los vehículos autónomos, se abre una inmensidad de posibilidades respecto a los coches del futuro.

Para discernir mínimamente como pueden ser los vehículos del futuro se realizó una encuesta con las siguientes preguntas:

Pregunta 1: En el caso de que fueras en transporte privado (coche/moto) al trabajo o a estudiar, ¿Cuánto tardarías sumando el tiempo de ida y de vuelta?

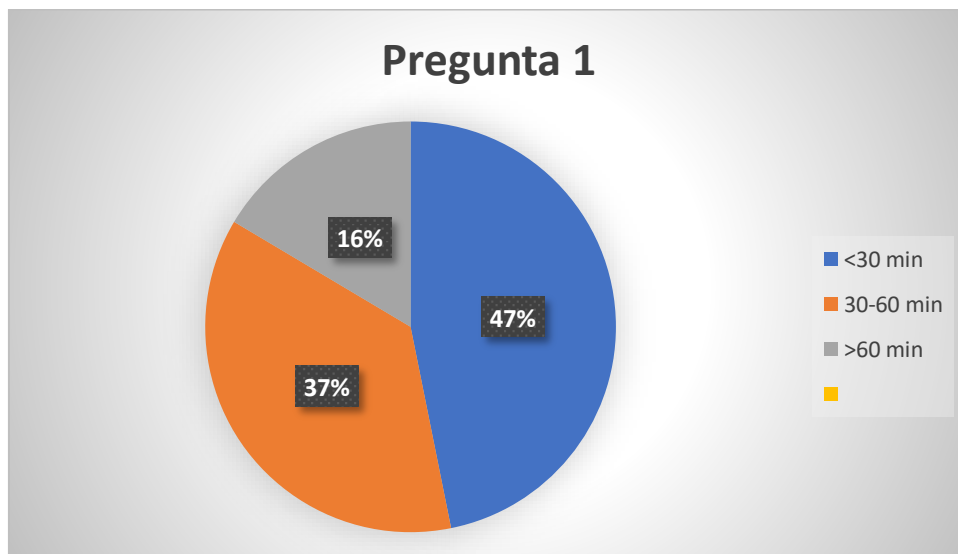


Tabla 8. Resultados pregunta 1. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta [46]

Pregunta 2: ¿Piensas que el tiempo que tardas en desplazarte es tiempo perdido?

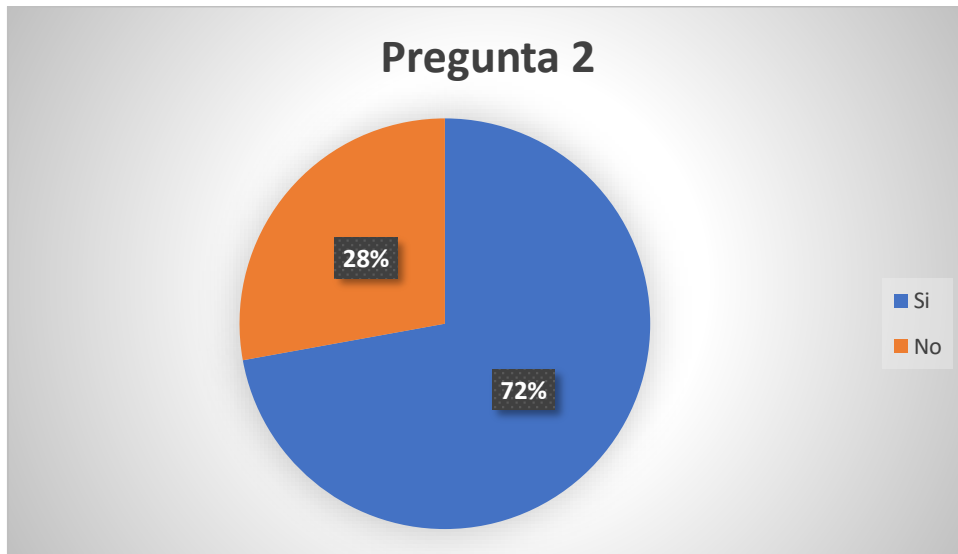


Tabla 9. Resultados pregunta 2. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta [46]

Pregunta 3: ¿De qué forma te gustaría invertir ese tiempo?

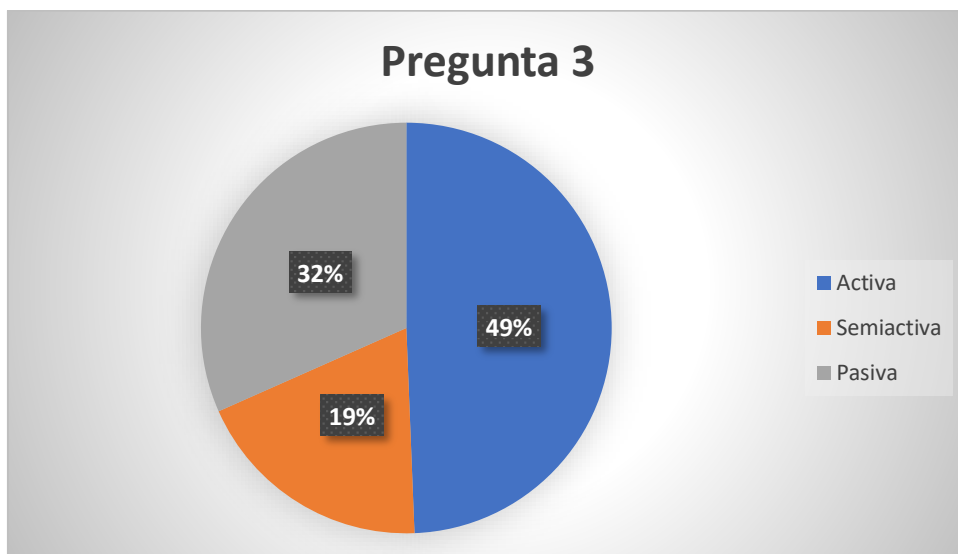


Tabla 10. Resultados pregunta 3. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta [46]

La encuesta se realizó a 79 personas [46] mayores de edad. Como podemos comprobar el 47% de la población encuestada estudia o trabaja relativamente cerca de su casa. Elegir vivir cerca de tu trabajo o universidad es algo lógico porque reduces el tiempo “perdido” al día, el 67,57% de estas personas consideran que sí que es tiempo perdido y este tiempo al 56% preferirían invertirlo en hacer deporte, al 8% les gustaría pasarlo de manera semiactiva, siendo consumidor de contenidos multimedia y al 36% les gustaría invertir este tiempo de manera pasiva, descansado.

El 37% de la población encuestada pasa entre 30-60 min en ir y volver al trabajo o universidad, el 72,4 % piensa que es tiempo perdido, al 52,4 % les gustaría invertirlo en hacer deporte, al 33,3% consumiendo contenidos multimedia y al 14,3 % de manera pasiva.

Por último, el 16% tarda más de 60 minutos en ir y volver al trabajo o universidad, el 84,6% considera que es tiempo perdido, del cual el 45,45% lo invertiría en hacer deporte, el 18,2 % de forma semiactiva y el 36,35% de forma pasiva.

Como podemos apreciar, a medida que el tiempo de desplazamiento aumenta las personas consideran en mayor medida que se trata de tiempo perdido. En general el 72% considera que es tiempo perdido. Uno de los principales motivos por el que la población no realiza actividad física según ellos mismos es por la falta de tiempo, no hay que olvidarse que el 25% [45] de la población española sufre sobrepeso u obesidad y en el caso de niños entre 7 y 13 años aumenta al 32,1%, por eso se debe concienciar de ir al colegio a pie. Igual que los trayectos de <30 min debería incentivarse el uso de la bicicleta, ahorrando en dinero, reduciendo contaminación y el número de coches en las calles.

Los vehículos del futuro dejarán de ser solo una herramienta como actualmente lo son, para desplazarnos de un lugar a otro, y pasaran también a ser espacios en los que desarrollar diferentes actividades deseadas. Después de realizar la encuesta podemos proponer una serie de futuros vehículos según la actividad que deseamos realizar. Para los trayectos más largos según los resultados obtenidos podemos proponer dos modelos uno en el que podamos descansar, por ejemplo, de camino al trabajo o si realizamos un viaje. Y otro en el que podamos hacer deporte por ejemplo en la vuelta del trabajo. Para trayectos más cortos se propone un modelo más reducido en cuanto a tamaño en el que nos permita la posibilidad de consumir contenidos multimedia. Evidentemente la forma de coche actual desaparecerá y pasarán a ser una especie de cabinas en las que dentro podremos desarrollar las diferentes actividades deseadas.

3.5 Conclusiones

La movilidad conectada deberá tener un estándar, mínimo a nivel europeo, que formalice y regule la implantación de esta nueva forma de movimiento. Deberá crearse una hoja de ruta de cómo proceder y quién deberá proporcionar los recursos y esfuerzos en cada país. Por ahora el principal interés y punto en el cual centra sus investigaciones la Unión Europea, es la conexión entre países en los territorios fronterizos, pero se deberá crear un plan UE>País>Ciudad para que todos compartan las mismas tecnologías y cualquier vehículo pueda circular en cualquier ciudad europea.

La conectividad 5G y la sensorización del entorno son los principales y primordiales factores tecnológicos necesarios para la movilidad conectada, así como el trato de los datos.

En cuanto a las ciudades hasta que lleguemos al ideal de movilidad conectada futura en el que prácticamente no circularán vehículos privados en el interior de las ciudades pueden hacerse estudios en los que se detecten problemáticas para solucionarlos mediante las TIC y así mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

Respecto al vehículo del futuro deberá satisfacer las nuevas necesidades que tendremos gracias a las nuevas tecnologías, haciendo un trabajo de imaginación, un vehículo que nos venga a recoger a la puerta de casa nos lleve al trabajo y en el que podamos seguir durmiendo o desayunando mientras consumimos contenidos multimedia. Y al volver a casa un vehículo diferente en el cual podamos hacer ejercicio.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

Después de realizar este trabajo hemos podido observar que el ámbito de las Smart Cities es todavía muy novedoso y abstracto, del cual las personas que están fuera del ámbito tecnológico desconocen de su significado y características.

En primer lugar, analizamos las Smart Cities y sus diferentes ámbitos en el cual se puede desarrollar. En el cual pudimos cerciorar que el desarrollo hacia una ciudad inteligente se inicia por ámbitos como el de Governance o People, los cuales necesitan de un menor impacto tecnológico y por lo tanto económico. Para finalmente ir desarrollando ámbitos como el Environment y Mobility los cuales son los que más impacto tecnológico e inversión necesitan.

Las necesidades de cada ciudad marcan los ámbitos en los cuales deben desarrollarse, y es lógico, dado que el objetivo de las Smart Cities es mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Pero dado el incremento de visibilidad del concepto de Smart City en los medios de comunicación comunes muchas ciudades, las cuales han ampliado escasas medidas en algún ámbito de los 6 que componen una ciudad inteligente aprovechan para denominar a su ciudad como una Smart City.

A continuación, se estudió la manera de evaluar una ciudad inteligente a través del estudio CIMI en el que pudimos ver como evaluar una ciudad en sus diferentes ámbitos y los indicadores para ello. Llegando a la conclusión que para medir el nivel de una ciudad afectan diferentes factores a parte de los tecnológicos. Gracias a este análisis pudimos evaluar el nivel de ciudades de España en las que destacan Madrid y Barcelona estando a la par en algunos ámbitos como el de movilidad con ciudades que ocupan las primeras posiciones del ranking como Londres, Nueva York o Ámsterdam. Vimos como Europa es la principal potencia en la carrera por convertir las ciudades en Smart Cities seguido por las grandes ciudades americanas impulsadas por su fuerte economía y la incursión en los últimos años de potencias asiáticas como Tokio, Singapur, Hong Kong o Seúl gracias a su fuerte desarrollo tecnológico.

En segundo lugar, se estudió la movilidad conectada, término utilizado para referirse a los vehículos que son capaces de funcionar sin la intervención de un humano. Llegamos a la conclusión de que la transformación para llegar a este ideal debía ser de consenso global y que permita la movilidad en todos los territorios. A nivel europeo se ha comenzado a trabajar para conseguirlo mediante proyectos para conectar las fronteras entre países y creando equipos de trabajo en los que participan empresas de los diferentes sectores implicados.

Para conseguir procesar todo el volumen de datos necesario a velocidades que no pongan en riesgo a los ocupantes de los vehículos es necesario dotar a las ciudades de cobertura 5G. Se estudió como dotar a nuestra ciudad de dicha cobertura, para el cual se detectó que al no ser una tecnología aplicada a nivel global y ser novedosa, encontrar información técnica para poder hacer simulaciones como si podemos hacer en 4G y tecnologías anteriores, se vuelve

una tarea difícil y alterará los resultados obtenidos. A pesar de este problema conseguimos un posible modelo de despliegue para nuestra ciudad.

Finalmente estudiamos la problemática de nuestra ciudad en términos de movilidad y se propusieron una serie de medidas para mejorar este aspecto. Llegando a la conclusión de que será necesario una gran inversión en mejorar las infraestructuras de la ciudad y el aumento de recursos humanos a parte del aspecto tecnológico como es la sensorización y la dotación de cobertura 5G.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- [2] <https://www.ontsi.red.es/ontsi/es/estudios-e-informes/estudio-y-guia-metodologica-sobre-ciudades-inteligentes>
- [3] <https://web.ua.es/es/smart/smart-economy-economia-inteligente.html>
- [4] <https://web.ua.es/es/smart/smart-people-comunidad-senspeople.html>
- [5] <https://web.ua.es/es/smart/smart-government-gobernanza-del-futuro.html>
- [6] <https://web.ua.es/es/smart/smart-environment-un-entorno-de-calidad-de-vida.html>
- [7] <https://web.ua.es/es/smart/smart-living-microentorno-de-calidad.html>
- [8] <https://web.ua.es/es/smart/smart-mobility-movilidad-urbana.html>
- [9] <https://www.bicibur.es/>
- [10] <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0509.pdf>
- [11] <https://londonist.com/2014/09/a-ride-on-heathrows-self-driving-pods>
- [12] <http://www.crossrail.co.uk/construction/our-plan-to-complete-the-elizabeth-line/>
- [13] <https://mobility.here.com/london-smart-city-tackling-challenges-20-initiatives>
- [14] <https://tech.cityofnewyork.us/projects/nycx-co-labs/>
- [15] <https://www.shotspotter.com/missions/>
- [16] <http://www.nycbikemaps.com/citi-bike/>
- [17] <https://www.link.nyc/>
- [18] <http://www.nyc.gov/html/dem/html/municipal/efficiency.shtml>
- [19] <https://bigbelly.com/>
- [20] <https://amsterdamsmartcity.com/themes/digital-city>
- [21] <https://amsterdamsmartcity.com/projects/iot-living-lab>
- [22] <https://amsterdamsmartcity.com/products/smart-solar-street-lights>

- [23] <https://amsterdamsmartcity.com/projects/vehicle2-grid--amsterdam>
- [24] <https://amsterdamsmartcity.com/projects/the-parkshuttle>
- [25] <https://mobility.here.com/amsterdams-smart-city-ambitious-goals-collaborative-innovation>
- [26] <https://reykjavik.is/en/reykjavik-and-climate>
- [27] <https://mobility.here.com/singapore-smart-city-holistic-transformation>
- [28] https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4331_Deloitte-City-Mobility-Index/Shanghai_GlobalCityMobility_WEB.pdf
- [29] <https://www.sidewalklabs.com/>
- [30] <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCMedios/noticias/2014/07Julio/07Lunes/Notasprensa/ProyectoMint/ficheros/Proyecto%20Mint.pdf>
- [31] <https://decide.madrid.es/>
- [32] <https://www.bicimad.com/index.php?s=que>
- [33] <https://ajuntament.barcelona.cat/imi/es/proyectos/c-mobile>
- [34] <https://mobility.here.com/barcelona-smart-city-people-people>
- [35] <https://www.bicing.barcelona/>
- [36] <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connected-and-automated-mobility-europe>
- [37] <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/connected-and-automated-mobility-three-5g-corridor-trial-projects-be-launched-ict-2018-event>
- [38] https://ec.europa.eu/transport/themes/its/c-its_en
- [39] <http://www.erticonetwork.com/wp-content/uploads/2016/09/EU-Automotive-Telecom-Alliance-30-9-2016-FINAL.pdf>
- [40] <https://5gaa.org/>
- [41] <https://www.car-2-car.org/>
- [42] https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138100_138199/138104/15.02.00_60/ts_138104v150200p.pdf

[43] <http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/07/80082-5G-Observatory-Quarterly-report-4-min.pdf>

[44] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6111973/>

[45] <https://www.20minutos.es/noticia/3750784/0/obesidad-espana-crece-eeuu-segundo-pais-europa/>

[46] https://docs.google.com/forms/d/1u4_LBWDYooe1TPyTq6c7gRcGT28Zg0eDe2df2R68Q-U/edit#responses



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

-

ANNEXOS

TITLE OF THE TFG: Smart Cities and Connected Mobility

DEGREE: Degree in Telecommunications Systems Engineering

AUTHOR: Moisés Triano López

DIRECTOR: JOFRE ROCA, Luis

DATE: January 31 rd 2020

[1] Indicadores Económicos:

No.	Indicator	Description / Unit of measurement	Source
27	Productivity	Labor productivity calculated as GDP per working population (in thousands).	Euromonitor
28	Time required to start a business	Number of calendar days needed so a business can operate legally.	World Bank
29	Ease of starting a business	The top positions in the ranking indicate a more favorable regulatory environment for creating and developing a local company.	World Bank
30	Headquarters	Number of headquarters of publicly traded companies.	Globalization and World Cities (GaWC)
31	Motivation to get started in TEA (total early-stage entrepreneurial activity)	Percentage of people involved in TEA (that is, novice entrepreneurs and owners or managers of a new business), driven by an opportunity for improvement, divided by the percentage of TEA that is, in turn, motivated by need.	Global Entrepreneurship Monitor (GEM)
32	GDP estimate	Estimated annual GDP growth.	Euromonitor
33	GDP	GDP in millions of dollars at 2016 prices.	Euromonitor
34	GDP per capita	GDP per capita at 2016 prices.	Euromonitor
35	Mortgage	Mortgage as a percentage of income. It is calculated as a proportion of the real monthly cost of the mortgage with respect to the family income (estimated via the average monthly salary). The lower the percentage, the better.	Numbeo
36	Glovo	The variable assumes the value of 1 if the city has the Glovo service and 0 otherwise.	Glovo
37	Uber	The variable assumes the value of 1 if the city has the Uber service and 0 otherwise.	Uber
38	Salary	Hourly wage in the city.	Euromonitor
39	Purchasing power	Purchasing power (determined by the average salary) for the purchase of goods and services in the city, compared with the purchasing power in New York City.	Numbeo

[2] Indicadores Medioambientales

No.	Indicator	Description / Unit of measurement	Source
52	CO ₂ emissions	CO ₂ emissions from the burning of fossil fuels and the manufacture of cement. Measured in kilotons (kt).	World Bank
53	CO ₂ emission index	CO ₂ emission index.	Numbeo
54	Methane emissions	Methane emissions that arise from human activities such as agriculture and the industrial production of methane. Measured in kt of CO ₂ equivalent.	World Bank
55	Access to the water supply	Percentage of the population with reasonable access to an appropriate quantity of water resulting from an improvement in the supply.	World Bank
56	PM2.5	The indicator PM2.5 measures the number of particles in the air whose diameter is less than 2.5 micrometers (µm). Annual mean.	World Health Organization (WHO)
57	PM10	The indicator PM10 measures the amount of particles in the air whose diameter is less than 10 µm. Annual mean.	WHO
58	Pollution	Pollution index.	Numbeo
59	Environmental Performance Index (EPI)	This measures environmental health and ecosystem vitality. Scale from 1 (poor) to 100 (good).	Yale University
60	Renewable water resources	Total renewable water sources per capita.	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
61	Future climate	Percentage of the rise in temperature in the city during the summer forecast for 2100 if pollution caused by carbon emissions continues to increase.	Climate Central
62	Solid waste	Average amount of municipal solid waste (garbage) generated annually per person (kg/year).	Waste Management for Everyone

[3] Indicadores Movilidad

No.	Indicator	Description / Unit of measurement	Source
63	Traffic index	Consideration of the time spent in traffic, the dissatisfaction this generates, CO ₂ consumption and other inefficiencies of the traffic system.	Numbeo
64	Inefficiency index	Estimation of traffic inefficiencies (such as long journey times). High values represent high rates of inefficiency in driving.	Numbeo
65	Index of traffic for commuting to work	Index of time that takes into account how many minutes it takes to commute to work.	Numbeo
66	Bike sharing	This system shows the automated services for the public use of shared bicycles that provide transport from one location to another within a city. The indicator varies between 0 and 8 according to how developed the system is.	Bike-Sharing World Map
67	Length of the metro system	Length of the metro system per city.	Metrobits
68	Metro stations	Number of metro stations per city.	Metrobits
69	Flights	Number of arrival flights (air routes) in a city.	OpenFlights
70	High-speed train	Binary variable that shows whether the city has a high-speed train or not.	OpenRailwayMap
71	Vehicles	Number of commercial vehicles in the city (in thousands).	Euromonitor
72	Bicycles per household	Percentage of bicycles per household.	Euromonitor

[4] Indicadores Planificación Urbana

No.	Indicator	Description / Unit of measurement	Source
73	Bicycles for rent	Number of bike-rental or bike-sharing points, based on docking stations where they can be picked up or dropped off.	OpenStreetMap
74	Percentage of the urban population with adequate sanitation facilities	Percentage of the urban population that uses at least basic sanitation services—that is, improved sanitation facilities that are not shared with other households.	World Bank
75	Number of people per household	Number of people per household. Occupancy by household is measured compared to the average. This makes it possible to estimate if a city has overoccupied or underoccupied households.	Euromonitor
76	High-rise buildings	Percentage of buildings considered high-rises. A high-rise is a building of at least 12 stories or 35 meters (115 feet) high.	Skyscraper Source Media
77	Buildings	This variable is the number of completed buildings in the city. It includes structures such as high-rises, towers and low-rise buildings but excludes other various others, as well as buildings in different states of completion (in construction, planned, etc.).	Skyscraper Source Media

[5] Indicadores Tecnología

No.	Indicator	Description / Unit of measurement	Source
84	Twitter	Registered Twitter users in the city. This is part of the social media variable.	Tweepsmap
85	LinkedIn	Number of users in the city. This is part of the social media variable.	LinkedIn
86	Mobile phones	Number of mobile phones in the city via estimates based on country-level data.	International Telecommunication Union
87	Wi-Fi hot spot	Number of wireless access points globally. These represent the options in the city for connecting to the Internet.	WiFi Map app
88	Innovation Cities Index	Innovation index of the city. Valuation of 0 (no innovation) to 60 (a lot of innovation).	Innovation Cities Program
89	Landline subscriptions	Number of landline subscriptions per 100 inhabitants.	International Telecommunication Union
90	Broadband subscriptions	Broadband subscriptions per 100 inhabitants.	International Telecommunication Union
91	Internet	Percentage of households with access to the Internet.	Euromonitor
92	Mobile telephony	Percentage of households with mobile phones in the city.	Euromonitor
93	Web Index	The Web Index seeks to measure the economic, social and political benefit that countries obtain from the Internet.	World Wide Web Foundation
94	Telephony	Percentage of households with some kind of telephone service.	Euromonitor
95	Internet speed	Internet speed in the city.	Nomad List
96	Computers	Percentage of households with a personal computer in the city.	Euromonitor

[6] Antena 5G

3.5GHz Fiberglass Omni Antenna

Technical Sheet



Applications

- WiMAX System
- Signal Coverage

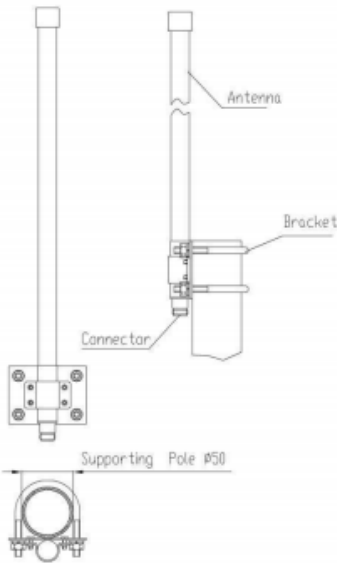
Features

- Low VSWR, High Gain
- Strong Antisepsis Capability
- All Weather Operation
- Integral N Female Connector
- Supplied with Pole Mounting Kit

Specifications

Freq.Range-GHz	3.3-	3.4-	3.5-	3.6-
	3.5	3.6	3.7	3.8
Bandwidth-MHz	200			
Gain-dBi	6			
Ver.Beamwidth-°	28			
VSWR	≤1.5			
Impedance-Ω	50			
Polarization	Vertical			
Max.Power-W	100			
Connector	N Female			
Dimensions-mm	φ20×300			
Weight-g	180 (Without bracket)			
Pole Diameter-mm	Φ35-Φ50			

Installation Sketch



[6] Estación base 5G

[6] Estación base 5G



Product Brief

Accelleran E1000 Series Local Area Small Cells

LTE FDD or LTE TDD LOCAL AREA COVERAGE IN SMALLEST FORM FACTOR

Accelleran E1000 Series Outdoor Local Area is the solution to provide LTE FDD or LTE TDD outdoor network coverage in medium size office environments, venues, shopping centres, urban/suburban/rural and remote areas... providing carrier and mission-critical grade RAN engineering in a small (3.5 litres) form factor

EASE OF DEPLOYMENT

The E1000 Series Outdoor Local Area is designed to be easily and flexibly deployed by a normal user by just connecting an PoE+/Ethernet cable. Its Plug and Play capabilities do the rest.

LOWEST COST

For lowest cost solution the E1000 Series Outdoor Local Area supports a single 2x2 MIMO transceiver chain (cell) in different LTE FDD or LTE TDD bands and can optionally integrate embedded EPC functionality (Network-in-a-Box)



- LTE FDD or LTE TDD 3GPP Compliant Local Area Small Cells
- 1 transceiver per unit (single cell)
- 20 dBm/100 mW (FDD) or 24 dBm/250 mW (TDD)
- Tx power per antenna port
- 2x2 MIMO
- 5, 10, 15 & 20MHz Channels
- TDD Bands 38, 40, 41, 42, 43*, B48/CBRS*
- FDD Bands 3, 7 (Other bands on request)
- Integrated GNSS (GPS, GLONASS, BDS)
- Gigabit Ethernet Connectivity (PoE+)
- Neutral Host MOCN/MORAN/Slicing
- Optional Embedded EPC (Network-in-a-box)
- vRAN/MEC/5G Architecture Ready
- Flexible Remote Management Interface

PRODUCT DESCRIPTION

The E1000 Series is a small form factor Local Area LTE FDD or LTE TDD Small Cell, supporting by default a single cell capable of providing up to 100mW (FDD)/250mW (TDD) RF power per antenna port.

It is intended for deployment in enterprise, public urban and suburban scenarios, where typically a planned inside-out/outside-in deployment of Small Cells will complement macro coverage adding significantly to network capacity by offloading the macro and increasing the available coverage in the enterprises, venues, shopping centres, urban hotspots...or as a single layer ultra-dense Small Cell-only network. Alternatively, it can also be deployed for Fixed Wireless Access deployments in urban/suburban and in remote and rural scenarios.

- Its sleek appearance makes it very suitable for any type of environments. It is truly a carrier grade RAN network node with the skin and appearance of a normal router product.
- As a result of its flexible software architecture, the E1000 Series Outdoor is software upgradeable to support a roadmap of new features.
- The E1000 Series Outdoor offers great flexibility for backhaul connectivity via its 1Gbps Ethernet port

- Best in Class Silicon**
The beating heart of the E1000 unit is the Cavium Octeon Fusion-M CNF7130 baseband processor which delivers unequalled processing power in a single SOC. Accelleran, as a leading vendor of Cavium-based solutions, is one of the first to bring products leveraging this new generation of silicon to the small cell market.
- Carrier & Mission-Critical Grade Quality**
We insist on SW development standards and practices from the safety-critical industries in order to ensure our products deliver "five nine's" reliability out of the box.
- Flexibility for RAN & vRAN Deployment**
We have architected our solutions from the beginning with hardware platform independence in mind. The same software solution can be deployed from fully embedded RAN architecture to 5G disaggregated and virtualised vRAN.
- Best-in-Class Manageability**
We understand the increasing demands for realtime insight into network performance and end user experience. We have engineered an open and flexible management platform designed to enable easy integration with standards-based or proprietary OSS, orchestration and SON systems.

The E1000 Series Local Area Small Cells for HetNets or for Fixed Wireless Access

ABOUT ACCELLERAN

The Accelleran team has been a recognized leader in the small cell industry for more than ten years. With an average experience of 20+ years each, the team offers unrivalled expertise across the full range of skillsets required for success in the challenging RAN solution market.

The E1000 is the result of the combination of Accelleran's expertise in carrier-grade RAN and vRAN software solutions with mass volume small cell HW platform manufacturers. The E1000 delivers an exceptional combination of features, performance, reliability and efficiency in the smallest form factor and offering the lowest Total Cost of Ownership in the market.

FURTHER INFORMATION

Please visit our website
www.accelleran.com

Contact us

info@accelleran.com
Accelleran N.V.
Quellinstraat 49
2018 Antwerp
Belgium

Mode	Band	Product
TDD	B42	E1010
	B43*	E1011
	B48/CBRS*	E1012
	B38/41	E1013
	B40	E1014
FDD	B7	E1020
	B3	E1021
	B1	E1022
Other bands on request		

Deploy the E1000 Series Outdoor Local Area in medium sized enterprise, venues, shopping centres, urban hotspots... to enable inside-out/outside-in HetNet or ultra-dense scenarios to cost effectively provide coverage and capacity, or in rural, suburban and remote scenarios to provide coverage. Whether you are deploying an isolated enterprise solution for your verticals, an integrated multiple layer network or an integrated single layer network with key interference cancellation techniques, you will always get the most out of the licensed and lightly licensed spectrum capabilities of your network.

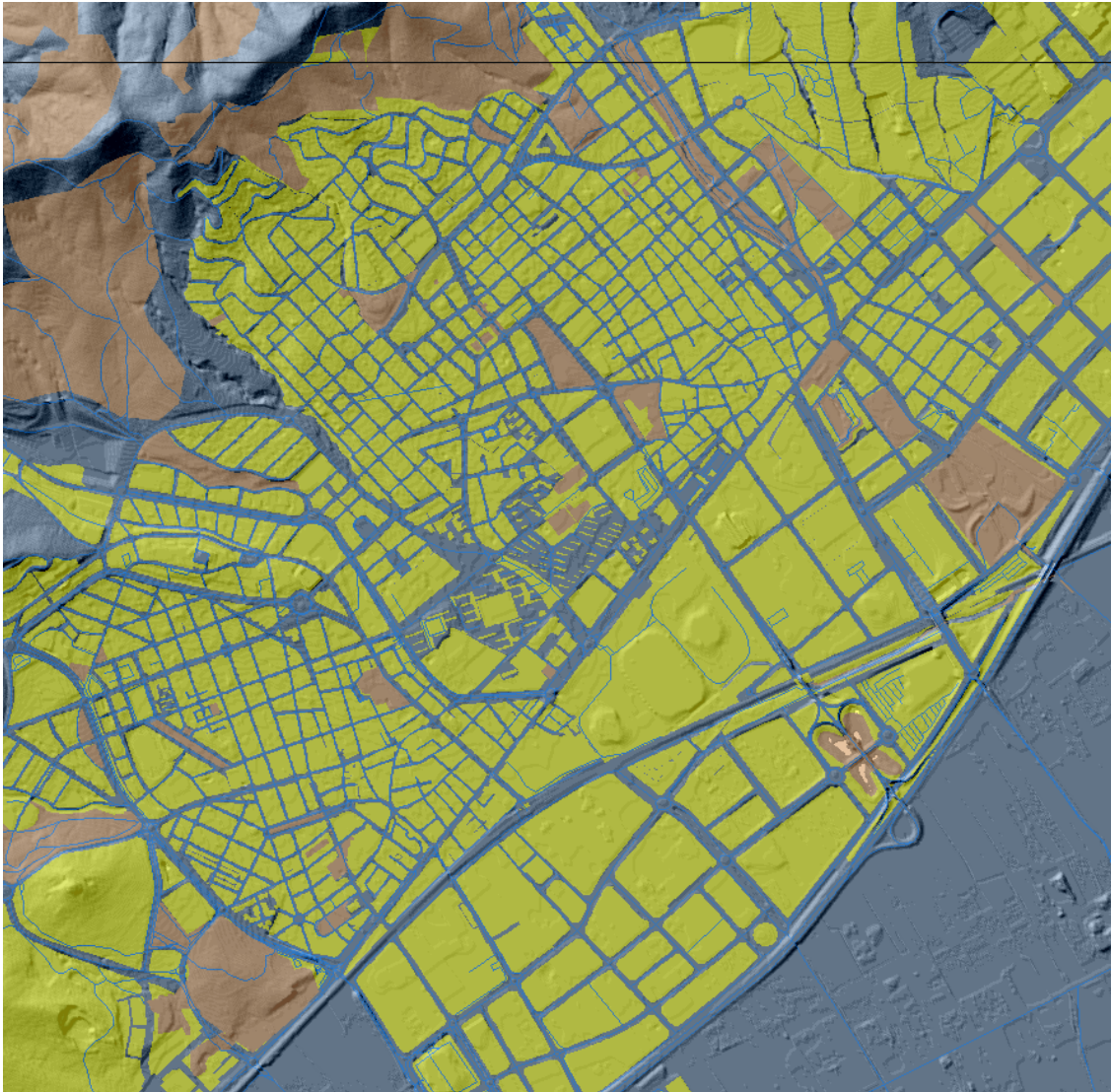
E1000 Series Technical Specification

Single Cell LTE FDD or LTE FDD Local Area Small Cells	
Transceiver Specification	Band Support
<ul style="list-style-type: none"> 2 x 2 MIMO Local Area Basestation Class 20dBm/100mW RF power per antenna port (FDD) 24dBm/250mW RF power per antenna port (TDD) 1 transceiver per unit (single cell) 	<ul style="list-style-type: none"> LTE FDD Bands 3, 7 LTE TDD Bands 38, 40, 41, 42, 43*, 48/CBRS* Other FDD and TDD Bands on request <p>*23 dBm/200 mW per antenna port</p>
Network Interfaces	
Layer 1 & 2	Layer 3 and OAM
<ul style="list-style-type: none"> 1 GBE port IPv4/IPv6 	<ul style="list-style-type: none"> S1 or SGI (Network-in-a-Box) Type 1 OAM (TR-069/TR-196), Type 2 OAM (SNMP), Kuha, OAM Webserver or CLI SAS (CBRS) Alternative OAM interface possible (XML, Netconf, Proprietary)
LTE Feature Support	
<ul style="list-style-type: none"> 3GPP Release 9 (upgradeable to Release 10) Up to 64 active users LTE FDD or LTE TDD Integrated GNSS (GPS, GLONASS, BDS) Cell Selection/Re-selection Radio Bearer Control 	<ul style="list-style-type: none"> Admission Control Scheduler & Rate Control Neutral Host (MOCN, Slicing) Optional Embedded EPC (Network-in-a-box) vRAN/MEC/5G Architecture Ready OAM (CM, PM, FM, Diagnostics) & SON
Security	
<ul style="list-style-type: none"> 3GPP standard LTE air interface security IPSec AES encrypted tunnels on all network connections 	<ul style="list-style-type: none"> Trusted Platform technology embedded in silicon Per Device PKI key pairs Secure Boot through digital signatures of all executables
Power	
<ul style="list-style-type: none"> 56V PoE+ 	<ul style="list-style-type: none"> <21W (Max Tx power, full data traffic)
Physical	Environmental
<ul style="list-style-type: none"> Dimensions: 270 x 200 x 65mm (3.5 litres) Ingress Protection: IP67 	<ul style="list-style-type: none"> Weight : 2.8 Kgs Temperature: -40 to +50 °C (operating)

© 2019 Accelleran NV. All rights reserved. Accelleran and the Accelleran logo are trademarks of Accelleran. All other trademarks are the property of their respective owners. Although Accelleran strives for accuracy in all its publications, this material may contain errors or omissions and is subject to change without notice. This material is provided as is and without any express or implied warranties, including merchantability, fitness for a particular purpose and non-infringement. Accelleran shall not be liable for any special, indirect, incidental or consequential damages as a result of its use.

[7] Cálculo de cobertura:

En primer lugar se introdujo los diferentes tipos de terrenos para que tuvieran diferentes alturas. El color amarillo representa edificios y se le dio un valor de 15 metros. El color marrón representa vegetación y bosque y se le dio una altura de 4 metros.



A continuación, se configuraron los equipos con los valores deseados. Y se simuló obteniendo los resultados mencionados en la Tabla 4 y Tabla 5.

Parámetros Tx/Rx: 2 none

General Radiación Canales Emplazamiento Avanzado

Tipo: Tx/Rx A (0) Señal: Generic (2) Estado: Unknown (0) Plan de frec.: No 2 Activada

Tx/Rx

Pot. nominal (W): 6.309574
Dinámico (dB): 0
G. ant. Tx (dBi): 4.10
G. ant. Rx (dBi): 0.00
Pérd. (dB): Tx 0.00 Rx 0.00
Pérd. adic. Tx (dB): 0.00
p.i.r.e(W): 16.2181
Frecuencia (MHz): 3600.00000
Altura de ant. (m): 15.00
AB Tx (kHz): 80000.00
AB Rx (kHz): 80000.00

Cobertura

525/52
Borrar info

☐ Potencia variable
☒ Potencia fija
☒ Frecuencia fija
☐ Salto de frec./band:
☐ Elevación variable
☒ Elevación fija

Info.

Callsign: none Emparejado: 0
Dirección: Fecha: 20200113 aaaammdd
Info (1): Type ID: C
Info (2): Enlace:
ID de Red: Grupo:
Usuario: Nº de llamada: 0

Comentario:

SQL record 0 Ctrl+Enter: cambiar línea

Aceptar Cancelar

Parámetros Tx/Rx: 2 none

General Radiación Canales Emplazamiento Avanzado

Type (0): Tx/Rx A (0) Signal (2): Generic (2) Modulation (0): undefined (0) NFD:

Portadora (dBm): -50 Sat...
Umbral balance de pot. 10-6 (dBm)*: -83.00
Umbral balance de pot. 10-3 (dBm): -88.00
Umbral cobert. (dBuV/m)*: 35
Umbral Rx (dBuV/m)*: 30 Upd...
KTBF (dBm): -97 Calc...
Ruido de fondo: 0
TIL (dBW): -137 S7...
Retardo (us): 0
Offset de frec. (kHz): 0.0000
C/I req N=0/N=1: -127.0 -127.0
C/I: ☐ Estable ☒ Tropo

Opciones

Activ. (%) 100 ul dl 100
Filtro(s) EMC: 0
Pot. inicial: 6.30957 Init
Offset min.: 0
Disponib. %: 0.00000
Latencia total: 0 Ms
Lista de vecinos:
Handover: 0 dB
Canal (#): 0

Parámetros de tráfico

Slot/cx: 0
Slot reservado: 0
Erlang: 0.00000
% Pot. piloto: 15.000
% Pot. pag.(!): 0.000
% Pot. sinc.(!): 0.000
Mchips/s: 0.000
SC PN code: 0
DL Kbit/s: 256.00
UL Kbit/s: 256.00
Req. C/N+I o I/N (dB): 0

(!) % Pot. piloto
*Umbral
Ruido de fondo: dBm para VUSHF, dBW/Hz para HF

Aceptar Cancelar